

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Année 1906

THÈSE

N°

277

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

Présentée et soutenue le Samedi 26 Mai 1906, à 1 heure

PAR

G. MARCELOT

De la Faculté de Médecine de Paris

RADIOGRAPHIE

ET

Diagnostic Clinique

DES FRACTURES

Président : M. BERGER, professeur

Juges { *MM. DEBOVE, professeur*
HUTINEL, professeur
AUVRAY, agrégé

Le candidat répondra aux questions qui lui seront faites sur les diverses parties de l'enseignement médical.

PARIS

IMPRIMERIE DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

BONVALOT-JOUE

15, RUE RACINE, 15

1906

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Doyen.....		M. DEBOVE.
Professeurs.....		MM.
Anatomie.....		P. POIRIER
Physiologie.....		Ch. RICHET.
Physique médicale.....		GARIEL.
Chimie organique et Chimie minérale.....		GAUTIER.
Histoire naturelle médicale.....		BLANCHARD
Pathologie et thérapeutique générales.....		BOUCHARD
Pathologie médicale.....	}	HUTINEL.
		BRISSAUD.
Pathologie chirurgicale.....		LANNELONGUE
Anatomie pathologique.....		CORNIL.
Histologie.....		MATHIASDUVAL
Opérations et appareils.....		SEGOND.
Pharmacologie et matière médicale.....		POUCHET.
Thérapeutique.....		GILBERT.
Hygiène.....		CHANTEMESSE
Médecine légale.....		BROUARDEL
Histoire de la médecine et de la chirurgie.....		DEJERINE.
Pathologie expérimentale et comparée.....		ROGER.
Clinique médicale.....	}	HAYEM
		DIEULAFOY.
		DEBOVE
		LANDOUZY.
		GRANCHER.
Maladies des enfants.....		JOFFROY.
Clinique de pathologie mentale et des maladies de l'encéphale.....		GAUCHER.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques.....		RAYMOND
Clinique des maladies du système nerveux.....		LE DENTU.
Clinique chirurgicale.....	}	TERRIER.
		BERGER.
		RECLUS.
Clinique ophtalmologique.....		DE LAPERRONNE
Clinique des maladies des voies urinaires.....		GUYON.
Clinique d'accouchements.....	}	BUDIN.
		PINARD.
Clinique gynécologique.....		POZZI
Clinique chirurgicale infantile.....		KIRMISSON.
Clinique thérapeutique.....		A. ROBIN.

Agrégés en exercice.

MM.

AUVRAY	DESGREZ	LAUNOIS	POTOCKI
BALTHAZARD	DUPRE	LEGRY	PROUST
BRANCA	DUVAL	LEGUEU	RENON
BEZANÇON	FAURE	LEPAGE	RICHAUD
BRINDÉAU	GOSSET	MACAIGNE	RIEFFEL (chef
BROCA (ANDRÉ)	GOUGET	MAILLARD	des travaux anat.
CARNOT	GUIART	MARION	TEISSIER
CLAUDE	JEANSELME	MAUCLAIRE	THIROLOIX
CUNEO	LABBE	MERY	VAQUEZ
DEMLIN	LANGLOIS	MORESTIN	WALLICH

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MES PARENTS

*Faible témoignage de ma reconnaissance
et de mon affection*

A MA GRAND'MÈRE

A MES AMIS

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

MONSIEUR LE PROFESSEUR BERGER

Chirurgien de l'hôpital Necker
Membre de l'Académie de Médecine
Officier de la Légion d'honneur

RADIOGRAPHIE

ET

Diagnostic Clinique des Fractures

INTRODUCTION

Ayant souvent entendu notre maître Lucas-Championnière parler, au cours de ses leçons cliniques de l'Hôtel-Dieu, des erreurs de la radiographie dans les cas de fractures, nous avons cru qu'il serait intéressant de traiter ce sujet dans une thèse de doctorat. Consulté sur ce point, notre maître nous a fermement encouragé dans cette voie ; cependant il n'a pas craint de nous en signaler les nombreuses difficultés. Qu'il nous soit permis de lui témoigner ici toute notre gratitude ainsi qu'à son interne, M. Villandre, qui ne nous a ménagé ni son temps, ni ses conseils.

Ce n'est pas que la question, bien que pendante depuis quelques années seulement, n'ait pas été sou-

vent agitée et soit encore peu connue : on en a au contraire beaucoup parlé. Elle fut le sujet de maintes discussions, surtout à la Société de Chirurgie, mais aucun de ceux qui l'ont abordée ne l'ont traitée avec précision et en entier. Tous sont restés dans le vague, les généralités, et personne n'en a tiré de conclusions bien définies.

Nous nous efforcerons donc, dans ce modeste travail, de mettre la question au point, en nous appuyant sur les opinions des différents auteurs, sur quelques observations et quelques expériences personnelles. Une courte comparaison entre les résultats cliniques et les résultats radiographiques nous amènera à en discuter les divergences et, après avoir démontré que la radiographie est souvent une cause d'erreur, nous tâcherons d'en déduire et exposer aussi succinctement et nettement que possible les conséquences thérapeutiques et surtout médico-légales.

HISTORIQUE

Découverts en décembre 1895 par W. Röntgen, professeur de physique à Würzburg, les rayons X, par leur pouvoir de montrer l'invisible, excitèrent d'autant plus l'intérêt qu'ils frappaient directement l'imagination. Aussi est-ce avec passion que de toute part on se livra à leur étude.

De tant de travail devait nécessairement naître une œuvre féconde. Leur développement en effet fut extrêmement rapide ; c'est ainsi que le 21 janvier 1896, un mois à peine après la publication de la découverte de Röntgen, MM. Oudin et Barthélemy faisaient présenter à l'Académie des Sciences, par M. Poincaré, les premières épreuves radiographiques des os de la main, faites en France.

Les chirurgiens tout naturellement furent les premiers à tirer parti de ce moyen d'exploration pour l'étude des lésions des membres : lésions osseuses, fractures, luxations, tuberculose, corps étrangers. C'est de ce côté que furent orientées les premières recherches des chirurgiens anglais et américains tels que Morton (W.-J.), Hammer (E.-W.), White (J.-W.), Goodspeed (A.), Léonard (Ch.), Keen (W.) et Beck.

Les Belges ne restèrent pas en retard et dès le

3 juin 1896, à l'Académie royale de médecine, Deneffe, présentant des épreuves de Hertoghe, insiste sur la transparence du cal après guérison et consolidation parfaite. Il est d'avis qu'après plusieurs semaines et même plusieurs mois les rayons X pourraient permettre de reconstituer l'image de la lésion au moment du traumatisme ; ce qui au point de vue médico-légal pourrait être d'une grande importance.

A Vienne, Haschell, faisant quelques expériences à l'Institut physico-chimique, retrouva dans le doigt d'un collègue une balle qui y était entrée quelques années avant.

En Allemagne, au XX^e Congrès de la Société de chirurgie, Buxbaum, Kümmell, Levy-Dorn échan- gent quelques vues sur l'emploi des rayons X ; puis s'occupent du diagnostic des fractures récentes ou anciennes et du rapport qui existe entre l'infériorité physique d'un membre et l'image qu'il donne à la radiographie. M. Obert (de Halle), après examen d'un grand nombre de fractures, croit qu'il est impossible d'obtenir une coaptation idéale et une attitude absolument correcte du membre après guérison de la lésion. Pour Braun le fait d'une certaine difformité osseuse résultant d'une cassure n'implique pas nécessairement une invalidité permanente. Enfin Thiem (de Cottbus) présente un cas d'allongement de la jambe consécutif à une rupture du col du fémur datant de trois ans.

En France, le professeur Lannelongue fit les pre-

mières recherches sur les rayons Röntgen et les exposa dans une série de notes à l'Académie des sciences publiées de janvier à mars 1896. Toujours à la même époque, MM. Imbert et Bertin-Sans faisaient d'une fracture du fémur une radiographie qui fut reproduite dans une thèse de Montpellier soutenue par Maudras ; puis à Paris, Péan présentait pour M. Mergier à l'Académie de médecine la radiographie d'une cassure comminutive du tibia produite chez un terrassier de vingt-huit ans par un éboulement de terrain. A ce moment apparaissent successivement des radiographies de Fernet, Perrier, Oudin et Barthélemy. Robert (Léonce) fait une thèse sur l'application des rayons X à la médecine et à la chirurgie, bientôt suivie de celle de Laurent sur le même sujet. Deux ans après, Gallois, à Lyon, étudie les fractures de l'extrémité inférieure du radius et Chaput à Paris publie quelques observations sur les fractures longitudinales de l'extrémité inférieure du tibia et les fractures du péroné au-dessus de la malléole externe.

Alors M. Sorel, professeur de physique, en regardant l'estomac d'un poisson, découvre plusieurs squelettes d'autres petits poissons qui avaient été ingérés et chez une couleuvre le squelette d'une grenouille que l'animal était en train de digérer. Puisqu'on pouvait ainsi déceler la présence de petits êtres dans le ventre de plus gros, les rayons X ne devaient pas tarder à être utilisés en obstétrique pour l'étude du fœtus aux différentes phases de la

gestation. Leur donnant une plus large application. Bonnaire s'en sert pour décrire un bassin oblique ovalaire, acquis, et Thévenot pour expliquer le mécanisme de l'accouchement dans les bassins asymétriques.

D'autres orientent la radiographie vers la découverte des lésions et des anomalies osseuses de toute nature ; de nombreuses observations en sont rapportées pour les premières par Lacaille et Renon, Verchère, Téléky, Ducroquet, Bilhaut, Redart et pour les secondes par Jeanne, Mignon, Potherat, Destot et Barjon, Albert Londe et Henry Meige.

Cependant, bien que très beaux, ces résultats ne devaient pas être comparables à ceux que donnerait la recherche des corps étrangers. Ici, les rayons X purent rendre des services nombreux et grands, témoin la multiplicité des cas publiés. Ce sont d'abord des radiographies présentées successivement par MM. Fernet, Perrier, Oudin et Barthélemy, puis la communication de Schwartz qui décèle une aiguille implantée dans une main. Péraire et Mally, Chipault et Londe peuvent apercevoir des balles de revolver encastrées les unes dans les métacarpiens, les autres dans le cerveau ; Lejars découvre des grains de plomb disséminés dans une main, Segond une canule d'argent oubliée dans un sinus maxillaire ; Ausset un tube de tubage laryngé logé dans un côlon ascendant. Les applications des rayons Röntgen se multipliant, les méthodes anciennes devaient se perfectionner et de nouvelles apparaître. Par exemple

Humuzescu et Chabaud traitent de la relation qui existe entre le maximum de production des rayons X le degré de vide et la forme des tubes ; Morize trouve un nouveau procédé pour localiser les corps étrangers et Tuffier expose la technique de l'appareil de Contremoulins pour la recherche des projectiles dans le crâne.

Jusqu'alors, dans leur rapide essor, les rayons X n'avaient soulevé que satisfaction, enthousiasme, chaque jour amenant une autre observation toute à leur avantage ou une nouvelle application. Ils étaient considérés comme un moyen d'investigation infailliblement juste et impeccable. Aussi, la radiographie primant toute clinique, coupait-elle court à toute hésitation, toute discussion ou différend. C'est dans ce but que maintes fois on la produisit devant les tribunaux où toujours les jugements furent dictés d'après ses indications seules. L'exemple le plus probant, mais aussi le plus cité, est certainement celui que donna en Angleterre le jury de Nottingham, présidé par le juge Hatkins.

« En avril 1896, une jeune danseuse du théâtre, Miss Gladys Froliot, se brisait la cheville du pied droit en descendant l'escalier conduisant de sa loge à la scène et faisait constater que sa chute et son accident étaient dus à un trou pratiqué dans une marche. Elle réclama donc une indemnité à son directeur. Celui-ci ayant accusé sa pensionnaire d'avoir exagéré la gravité de sa blessure, l'avocat de la danseuse a fait présenter au jury des épreuves

obtenues par le procédé Röntgen et représentant le squelette du pied blessé. Cette démonstration a rendu toutes les plaidoiries inutiles. Le jury conclut aussitôt pour la plaignante et lui a accordé l'indemnité qu'elle réclamait. »

Est-ce à dire qu'après avoir produit pendant quatre ans des radiographies nombreuses et variées, les chirurgiens n'aient pas constaté le flou de certaines images projetées, l'augmentation de longueur ou le raccourcissement des fragments osseux, leur déplacement exagéré ou diminué et quelquefois l'absence complète de tout trait de fracture, diagnostiquée pourtant, grâce aux symptômes cliniques. L'enthousiasme qu'avaient soulevé les rayons X, la confiance qu'ils s'étaient acquise et qui les plaçait au-dessus de tout soupçon, peuvent expliquer qu'on ait passé, sans les remarquer, sur certains défauts, certaines inexactitudes assez graves pour donner une conception erronée de la lésion. Cependant, en recherchant bien dans diverses communications belges et allemandes, on découvre déjà des indications qui n'auraient pas manqué d'arrêter un esprit averti. Nulle part pourtant on n'entend parler d'erreurs, ni même d'inexactitudes, mais si, examinant attentivement le rapport présenté en 1896 par Deneffe, nous nous efforçons d'en retirer un enseignement pratique, nous poserons en fait que la transparence du cal peut faire croire ou à son absence ou à une pseudarthrose. L'exemple rapporté par le Dr Destot en est suffisamment démonstratif. Il s'agit d'un jeune soldat

qui, bien guéri d'une cassure de jambe, se fit doubler son congé de convalescence grâce à une radiographie qui « montrait un chevauchement de 2 centimètres du tibia et une fracture si peu consolidée qu'on l'eût dit faite de la veille ». Il est vrai que le major ignorait la transparence du cal ; même l'eût-il su, il lui était impossible d'affirmer, à distance, que son malade pût marcher ou non. Nous n'oublions pas que, dans la majorité des cas, le cal se projette sous forme d'ombre extrêmement ténue et floue qui permet de soupçonner son existence, mais combien nombreux aussi sont ceux où il ne laisse aucune trace ! Dans ces conditions, douteuses et embarrassantes, la clinique est d'un puissant secours ; elle seule peut apporter les renseignements complémentaires et nécessaires pour conclure à un cal ou une pseudarthrose.

Les mêmes notions, à propos de sujets différents, sont contenues implicitement dans les communications allemandes. Il suffit d'apporter un peu d'esprit critique pour les en dégager. Il était naturel que les faits observés aient surpris dès l'abord, mais la croyance à l'impeccabilité des rayons X était telle qu'on les accepta pour rigoureusement exacts, sans même songer à les expliquer. Le point le plus saillant est le rapport paradoxal qui existe entre la difformité osseuse donnée par la radiographie après la guérison d'une fracture et le degré de puissance fonctionnelle du membre. Nous n'ignorons pas qu'une coaptation incorrecte et un raccourcis-

sement important de 4, 5 et même 7 centimètres, d'après Velpeau, soit parfaitement compatible avec un bon fonctionnement ; cependant parce qu'un blessé qui marchera d'une façon satisfaisante nous aura montré, à la radiographie seule, un chevauchement des fragements de plusieurs centimètres ou un cal volumineux, en déduirons-nous que ces imperfections de réduction soient bien reproduites fidèlement dans leurs proportions ? S'il est vrai que le malade accommode merveilleusement son membre à une fonction déterminée, il n'est pas moins vrai que les images radiographiques ne sont que la reproduction de l'ombre amplifiée des objets. Dès lors, il est facile de comprendre que les résultats sont d'autant faussés et que, pour s'en faire une idée aussi juste que possible, il faut que la pensée retranche à la radiographie ce que la projection lui avait donné en trop.

Ce n'est guère que vers le mois de janvier 1900 que des chirurgiens comme Bazy devaient être frappés par le désaccord des données radiographiques et cliniques au sujet d'une fracture présentant des signes positifs d'une valeur telle que le diagnostic s'imposait. Il s'agit d'une cassure typique de l'humérus donnant même de la crépitation. C'est à peine si la radiographie peut faire soupçonner une lésion. Reclus, parlant en ce sens, fait observer la fréquence des cas où les rayons X ne décèlent rien aussitôt après la rupture osseuse. Les exemples les plus nombreux se comptent dans les cas de

fractures du deuxième métatarsien dans l'accident connu sous le nom de « pied forcé ». La fissure ne se voit bien qu'au bout d'un certain temps : d'où le précepte de faire une série de radiographies successives.

Loison ne partage pas cet avis. Il soutient que si aucun trait n'est apparent dans l'observation de Bazy, c'est que le patient a bougé et il en voit nettement la preuve dans le flou et le double contour de l'image. Pourtant il admet qu'une fracture peut très bien demeurer invisible sur une radiographie prise dans un seul plan, aussi, pour remédier sûrement à cet inconvénient, conseille-t-il de tirer plusieurs épreuves sous des incidences différentes.

Maunoury combat cette assertion qui pour lui n'a rien d'absolu. Bien souvent les rayons X projetés successivement dans des sens divers ne lui ont pas révélé une cassure qui devenait évidente au moment du cal. Il maintient donc avec Bazy que certaines « fractures sont invisibles ».

De son côté Tuffier avait involontairement soulevé la question par sa communication sur la réduction des fractures. Ayant étudié à l'aide de la radiographie les résultats obtenus par nos moyens de contention ordinaires, il conclut à la « fréquence et à la ténacité du chevauchement » et à « l'inutilité d'une réduction parfaite dans les fractures diaphysaires » pour aboutir à un bon fonctionnement du membre.

Lucas-Championnière avait déjà remarqué qu'un blessé pouvait très bien marcher malgré une diffor-

mité osseuse assez accentuée. Cependant il prétend qu'il ne faudrait pas croire que les dimensions données par la radiographie sont bien exactes. Il y a là une cause à erreur. « Le même cal radiographié plusieurs fois ne donne pas la même image ; il faut donc savoir *interpréter* » et « il insiste sur ce point parce que souvent les déformations sont *exagérées* par la radiographie.

« L'image radiographique n'est en rien semblable à l'image photographique ; elle est le résultat de la projection de cônes lumineux et, suivant la distance de la source de lumière, du corps à radiographier et de la plaque, on obtient des *résultats différents* ». Il est donc facile de faire disparaître ou d'exagérer à volonté une déformation sur une image. Ce qui au point de vue médico-légal est d'une importance capitale et au point de vue clinique « peut faire dénigrer la meilleure pratique chirurgicale et les meilleurs résultats fonctionnels ».

Hennequin émet la même idée et s'efforce de démontrer géométriquement que, si on rapproche ou éloigne le foyer lumineux, on obtient des ombres plus ou moins grandes, déformées et fausses.

La radiographie, venant d'être mise en cause, avait besoin d'un défenseur. Il se trouva dans la personne de Contremoulins.

Tout d'abord ce dernier chargea Marey de faire en son nom une première communication à l'Académie de médecine sur *l'incidence des rayons X dans la radiographie des fractures*. Il voulait éta-

blir que les erreurs signalées n'étaient pas dues à la radiographie, mais à la façon de procéder. En effet, « la silhouette d'un corps projeté peut-être de grandeur naturelle si les rayons sont parallèles ; elle sera agrandie si les rayons sont divergents ». Le tout est donc d'adopter une technique bien déterminée et de faire tomber normalement à l'objet et à la plaque un faisceau de rayons parallèles. Les figures radiographiques qu'il a apportées et qui sont les images prises avec des incidences variées d'une même « fracture expérimentale et par conséquent quelconque », n'en sont-elles pas assez démonstratives !

Puis, à la suite de quelques remarques de Lucas-Championnière, Reynier renouvelait cette communication à l'Académie de chirurgie et la soutenait de sa haute autorité. Il développa cette opinion que les sources d'erreurs ne sont que dans une mauvaise radiographie, qu'une « bonne ne trompe jamais ». Quant à lui, pourvu que ses clients marchent sans souffrir, il ne se préoccupe pas beaucoup qu'ils soient mécontents parce que leurs fragments chevauchent ; « il ne voit que les services considérables que les rayons X peuvent nous rendre ».

Malgré ce solide appui de Marey et Reynier, Contremoulins n'eut pas de chance dans ses réfutations ; ses travaux ne furent que la négation de ce qu'il devait prouver.

Lucas-Championnière avait avancé qu'en radiographie il est facile d'obtenir pour un même corps

des *résultats différents*, que les déformations du cal sont *exagérées* et que l'image doit être *interprétée*. Or, que fait Contremoulins ? Il apporte des radiographies « qui ne sont absolument que la mise sur épreuves visibles de tout ce que Lucas-Championnière avait annoncé. Il a pris une fracture avec une déformation telle qu'on ne la trouverait pas dans la nature et il a montré des épreuves dans lesquelles la juxtaposition des fragments paraît absolue, tandis que d'autres épreuves montrent la difformité et tandis que d'autres encore l'exagèrent » (1). Les deux autres points sont laissés de côté. Il est vrai qu'il compléta sa discussion dans un article publié dans la *Presse médicale* du 28 avril 1900.

Après y avoir exposé sa technique opératoire, il énumère et réfute, en en faussant le sens, les critiques formulées par Lucas-Championnière. Il lui fait dire : « *Les cals ne donnent aucunement sur l'image radiographique l'aspect de leur forme réelle et les radiographes, du reste, s'ingénient à chercher à l'écran l'aspect le plus défavorable de ces cals pour donner au client une image aussi exagérée que possible de sa fracture.* » Un peu plus loin : « *Lucas-Championnière a déclaré qu'il était impossible d'obtenir une radiographie dans les conditions que j'ai indiquées, c'est-à-dire qu'il serait impossible de faire passer l'axe normal à la plaque et au tube par le centre*

1. Lucas-Championnière, *Bull. de Soc. de chirurgie*, 28 mars 1900.

de la fracture à reproduire » ; enfin « *la radiographie est dangereuse et inutile* ».

La riposte ne se fit pas attendre, dix jours après, le 9 mai 1900, elle parut dans le même journal sous forme de lettre : «
.

Pourquoi M. Contremoulins termine-t-il par une série de critiques en tête desquelles je trouve une citation entre guillemets qui peut faire croire qu'il l'a prise dans une publication que j'aurais faite.

« M. Contremoulins m'apprend par une lettre que ce serait une phrase qu'il aurait recueillie à l'Académie pendant mon improvisation. En pareil cas, il aurait dû dire la source de son information, car elle est essentiellement défectueuse. Il n'a certainement ni bien entendu, ni bien compris ce que j'ai dit.

« J'ai dit qu'il était possible de projeter sur un écran ou de faire une épreuve de radiographie en donnant à un cal les plus mauvaises apparences possibles. J'ai dit que cela avait été fait et je lui en donnerai la preuve quand il voudra. Mais je n'ai jamais dit nulle part que c'était la *pratique des radiographes*, comme il me le fait dire. Il y a de sa part un véritable abus à me faire prononcer une phrase pareille.
.

« J'ai dit que le propre de la radiographie était d'amplifier les dimensions réelles du cal. M. Contremoulins me répond par un argument que je connais depuis longtemps : que l'amplification porte également sur les parties des os non fracturées. Cette affirmation est sujette à discussion. Mais, même

si on l'accepte pour exacte, il est facile de comprendre que l'œil est beaucoup plus frappé par l'amplification de la partie déformée. Il suffit, pour s'en rendre compte, d'examiner plusieurs épreuves du même cal prises en rapprochant de plus en plus le foyer lumineux du membre à radiographier.

.

Il n'aurait pas dû davantage me faire dire que j'ai affirmé qu'il était impossible de *repérer méthodiquement* les épreuves, ce que je n'ai jamais dit, ni imprimé, et encore moins que la *radiographie est dangereuse et inutile*.

Quand on fait de la discussion scientifique, il est toujours facile d'avoir raison d'un adversaire en lui attribuant des idées qu'il n'a pas ou qu'il n'a jamais exprimées.

Je tiens absolument à ce que ce procédé ne me soit pas appliqué.

Je ne veux pas qu'à propos de cette discussion sur la radiographie, on me fasse dire autre chose que ce que j'ai dit.

.

En réalité des faits que j'avais annoncé, on n'a rien pu contester pour me contredire ; il a fallu citer autre chose que mon texte. »

Cette lettre, d'une fermeté aussi correcte, où les assertions se retrouvaient posées avec une netteté telle qu'elle ne laissait pas cette fois de place à une erreur d'interprétation, eût pour effet de faire comprendre à Contremoulins la mauvaise grâce qu'il aurait à continuer la réfutation de critiques fantai-

sistes. Il préféra donc abandonner la polémique.

Si on juge cette discussion par le nombre de ceux qui y prirent une part active, il semble qu'elle n'ait pas beaucoup passionné les esprits. C'est d'abord Berger qui prétend qu'avec deux radiographies prises dans deux plans perpendiculaires l'un à l'autre « on n'est pas sûr d'éviter toutes les causes d'erreur » selon l'incidence de l'éclairage « on peut dans certains cas voir un cal plus gros ou inversement ne pas voir de fracture là où elle existe réellement. » C'est ensuite Laborde qui fait observer que pour obtenir de bonnes épreuves deux conditions sont essentielles : « D'une part l'installation la mieux perfectionnée possible, d'autre part la compétence technologique du radiographiste. » Puis c'est Kirmisson qui rappelle un cas où, dans la radiographie d'une luxation de la hanche, une attelle métallique apparut sur l'épreuve avec une ombre mesurant en largeur à sa partie supérieure 5 centimètres $1/2$ à sa partie inférieure 5 centimètres, tandis que l'attelle elle-même n'avait que 2 centimètres $1/2$. Félizet reconnaît que la méthode de Contremoulins est scientifique et peut, suivant la position du foyer lumineux, « donner des ombres variant à l'infini et des résultats contradictoires ».

Les détracteurs appellent les défenseurs. Pour Loison l'image est bien agrandie suivant que le focus est plus ou moins éloigné mais ce n'est pas une raison suffisante pour condamner les rayons Röntgen, car il est possible « de corriger cet agrandissement en mesurant la distance de l'écran à la fracture.

Somme toute, sans se substituer à la clinique, la radiographie peut rendre de grands services au chirurgien qui sait interpréter ses réponses. » La même pensée est exprimée par Maunoury qui, de plus, soutient qu'un allongement de $1/2$ centimètre pour un séquestre de 5 centimètres $1/2$ est « si minime qu'il ne doit pas être appelé erreur ».

Dès lors l'étude des données radiographiques fut beaucoup délaissée. C'est à peine si de temps à autre un chirurgien apporte une observation nouvelle, soit comme Vinsonneau et Delorme pour montrer la nécessité de faire deux radiographies dans deux plans perpendiculaires, soit comme Chaput pour établir que « la radiographie ne peut donner de résultats convenables que si les rayons X sont parallèles au plan de la fissure, qu'elle ne donne rien si les rayons traversent la fissure perpendiculairement ». Soit enfin comme Demoulin, Monod pour conclure à l'obligation d'accueillir avec circonspection les déclarations de certains « accidentés » qui, à la suite d'une cassure de cuisse traitée aussi parfaitement que possible, prétendent marcher très mal et appuient leur affirmation sur une radiographie indiquant un chevauchement plus ou moins notable des deux fragments osseux. La dernière observation a trait à une fracture du rachis avec luxation de la deuxième vertèbre cervicale. Elle est due à Nélaton qui, la trouvant « si peu en rapport avec les symptômes » cliniques, a cru devoir la « soumettre comme une curiosité ».

Données cliniques et données radiographiques

La clinique dispose pour diagnostiquer une fracture de signes assez nombreux. Les uns, objectifs, comme la déformation, la mobilité anormale et la crépitation, prennent une valeur telle que leur existence, très souvent, suffit à poser un diagnostic. Les autres, subjectifs, comme l'impotence fonctionnelle, la douleur, le gonflement des parties molles, les phlyctènes, les infiltrations sanguines et les ecchymoses, ont une importance beaucoup moindre et ne peuvent guère être que des signes de présomption. Il est certain que rencontrés simultanément ils seraient un gage de certitude presque absolue ; mais souvent combien sont inconstants ceux-mêmes qui comptent parmi les tout premiers !

La mobilité anormale, qui « se présente avec ses caractères les plus nets dans les fractures de l'humérus et du fémur, est moins facile à mettre en évidence dans la cassure d'un seul des os qui constituent la jambe, l'avant-bras, le métacarpe, le métatarse et manque dans les fractures par pénétra-

tion, dans les sous-périostées et dans celles de beaucoup d'os courts. » (1).

Si la crépitation dans les cassures comminutives est parfois perçue non seulement à la main mais à l'oreille, elle est en revanche « beaucoup moins nette dans les ruptures des petits os, dans celles qui siègent sur une seule des pièces du squelette de l'avant-bras (2) » et peut totalement faire défaut « dans les fractures avec diastasis ou avec pénétration, dans les incomplètes, dans celles qui s'accompagnent d'interposition des parties molles, en un mot dans tous les cas où les surfaces brisées sont en contact trop intime ou au contraire maintenues éloignées l'une de l'autre » (3).

Quant à la déformation, elle est « habituelle dans les fractures obliques des os longs, dans les fractures avec écartement ou avec pénétration ; elle est moins constante dans les cassures des os plats et peut manquer tout à fait, non seulement dans quelques fractures partielles, mais aussi dans les fractures complètes » (4).

Ces trois signes qui, par leur existence, nous donnent la certitude d'une fracture peuvent très bien ne pas se rencontrer ensemble ; un seul ou même deux d'entre eux peuvent faire défaut et alors il ne nous reste plus « pour établir notre diagnostic que deux

1. Rieffel, *Traité de chirurgie de Le Dentu et Delbet*.

2. *Idem*.

3. *Idem*.

4. *Idem*.

signes utiles surtout dans les fractures diaphysaires»(1) : la douleur locale et l'épanchement sanguin.

La douleur, variable dans son intensité, ne manque jamais chez un individu « bien portant », mais n'a « aucune importance dans les fractures récentes de cause directe, parce que la contusion des parties molles la produit à un degré au moins égal et parfois supérieur »(2). Cependant, d'après Malgaigne et surtout Nélaton, elle acquiert une grande signification lorsqu'elle est bien limitée et constamment rappelée par la pression dans un point qui, en apparence, n'a subi aucune violence.

Nous n'en dirons pas tant du gonflement des parties molles, des infiltrations sanguines, des phlyctènes et des ecchymoses qui, selon Reclus, « sont l'apanage de tous les traumatismes ; et nuisent plutôt au diagnostic en recouvrant le foyer de la fracture de masses plus épaisses ». Les phlyctènes pourtant avaient une réelle valeur séméiologique pour Chassaignac. Quant aux ecchymoses, dites *secondaires* ou *tardives*, elles doivent faire exception : apparaissant deux ou plusieurs jours après le traumatisme, elles persistent longtemps avec un siège et parfois même une forme bien déterminés.

Telles étaient les seules données qui, jusqu'en 1896, pussent aider les chirurgiens à poser leur diagnostic. Il est facile de concevoir que, si quelquefois il était d'une évidence indiscutable, très souvent les signes

1. Rieffel. *Traité de chirurgie de Le Dentu et Delbet.*

2. *Idem.*

étaient si peu nombreux et incertains qu'il fallait bien s'en tenir aux conjectures. Il y avait là une réelle difficulté contre laquelle la meilleure pratique chirurgicale même était impuissante. Heureusement elle ne devait pas subsister, sauf quelques exceptions, après la découverte des rayons X. Ceux-ci, par leur propriété de faire voir le squelette, étaient capables de lever plus d'un doute et par ce fait devenaient un précieux moyen d'investigation. Les os pouvaient dès lors être examinés en quelque sorte *de visu* par la simple projection de leur ombre sur une plaque ou un écran. Une solution de continuité se traduisait par une ligne ou une traînée claire, les fragments et les esquilles apparaissaient avec leurs formes respectives, leurs rapports réciproques. L'étude s'en trouva singulièrement facilitée et ce fut bien simple, une fois la cassure découverte, de contrôler sa réduction et la marche de la guérison.

Cet heureux procédé qui, dès le début, était réservé aux cas douteux seuls, ne devait pas tarder à se vulgariser et être employé indistinctement à toutes les fractures et même tous les cas où l'os semblait intéressé. Oh, alors que de surprises ! C'est une cassure là où on ne pensait qu'à une contusion ou une entorse, un chevauchement considérable là où il paraissait insignifiant, ou à peine appréciable là où on le croyait très accentué. Ailleurs c'est une tumeur insoupçonnée, une déviation, une torsion ou une malformation méconnue ; ailleurs encore c'est un cal volumineux à contours bizarres, un séquestre inclus dans une loge osseuse, etc.

Toutes ces trouvailles étaient fort inattendues. Que la radiographie décèle une fracture dans un métacarpe, là où on s'était arrêté à l'idée d'une contusion, il n'y a rien d'étonnant : les signes cliniques ne sont pas assez formels pour arriver à une certitude absolue ; mais que, dans des cas très rares, il est vrai, elle montre intact un os qui donne un point de douleur exquise, bien limité, voire de la crépitation, ou dans une cassure avérée un éloignement des fragments de plusieurs centimètres, alors que la mensuration indique un raccourcissement notable, cela devait paraître au moins extraordinaire.

Les rares chirurgiens qui s'occupent encore du traitement des fractures furent tout naturellement conduits à l'étude de ce phénomène. Il était d'autant plus difficile de vérifier les données radiographiques que presque toujours le blessé guérissait et par conséquent ne laissait pas la possibilité de faire une mensuration directe de la lésion. Cependant quelques fractures ouvertes, entre autres celle observée par Schwartz, permirent de constater que les déplacements n'étaient pas toujours tels que l'indique leur projection : ils peuvent être augmentés, diminués ou même réduits totalement. D'autre part l'autopsie d'un blessé, mort d'une affection intercurrente, prouva à Chaput que la fracture qu'il avait diagnostiquée existait bien réellement et que pourtant on ne la retrouvait pas à la radiographie. D'autres observations, peut-être moins concluantes parce que moins nettement contrôlées, vinrent s'ajouter à cette der-

nière pour démontrer que les images radiographiques n'étaient pas impeccables, que dans quelques cas elles laissaient invisible une cassure, que plus souvent elles donnaient des notions erronées sur la longueur et le déplacement des fragments.

Ces résultats jetaient un jour nouveau sur ce que nous savions des rayons X. Jusque-là les données radiographiques passaient pour être d'une fidélité telle que toujours elles primaient les données cliniques et par conséquent servaient à rectifier le diagnostic. Désormais il était reconnu que parfois et dans certaines conditions, la clinique était dans le vrai alors que la radiographie était en défaut.

Donc, en présence d'un cas où les symptômes seront très nets et les épreuves radiographiques franchement négatives, il y aura lieu d'hésiter. D'un côté ou de l'autre il existera une erreur, mais duquel ? Pour l'éviter il est naturel de chercher à la connaître. Les chirurgiens semblent ne s'y être guère appliqués ; les uns, sceptiques, ne voulurent pas admettre son bien-fondé ; les autres se contentèrent de la noter au passage ; aucun ne s'attacha à la bien étudier. Cependant elle est d'une importance capitale, vu l'extension considérable et encore continue des rayons Röntgen.

Il est par conséquent utile de tâcher de fixer ses causes et ses limites, d'indiquer le moyen de la faire disparaître ou tout au moins de l'atténuer. Et si, malgré tout, elle persiste, elle entraînera des conséquences parfois très graves qu'il importe de connaître.

II

Radiographie des fractures

1° *Invisibilité.*

Dans les conditions ordinaires, les rayons X ne sont pas perçus par la rétine. Il faut pour cela qu'on place entre le tube producteur de ces rayons et l'œil, un écran enduit d'une substance fluorescente, comme le platino-cyanure de baryum, qui s'éclaire lorsqu'il est frappé par eux. De plus, ils ont la propriété de traverser inégalement les corps ; c'est pourquoi l'interposition d'un membre produira sur l'écran une image dans laquelle les parties opaques apparaîtront en noir, tandis que les autres prendront des teintes d'autant plus dégradées que leur transparence sera plus grande. Ainsi l'ombre du squelette est très nette alors que les parties molles sont indiquées par une pénombre grisâtre plus ou moins foncée, presque toujours sans détails. Ajoutons que ces rayons ne subissent ni réflexion, ni réfraction et nous aurons cette proposition admise par la plupart des auteurs que les images projetées « ont la

même grandeur que l'objet qu'elles représentent. » (1).

D'après ce qui précède, pour qu'un trait de fracture devienne sensible, il est indispensable que le point lésé soit d'une transparence supérieure, autrement dit que la perméabilité aux rayons Röntgen soit augmentée d'un certain degré. Cette condition se trouve remplie le plus souvent, mais n'est-il pas des cas où la texture osseuse demeure aussi compacte ou tout au moins ne se révèle sur la radiographie par aucun signe suffisamment appréciable ?

Les cassures où les fragments restent intimement coaptés paraissent les mieux réaliser ce type. Ici viennent se classer beaucoup de ruptures incomplètes. Nous laisserons de côté les *courbures traumatiques accidentelles*, dans lesquelles l'œil nu lui-même ne découvre aucune interruption de la substance osseuse. Nous ne parlerons pas davantage des *dépansions* : elles n'offrent guère d'intérêt que quand elles siègent au crâne. Toujours c'est la table interne qui se rompt la première et alors : ou bien la table externe, qui a conservé son intégrité, demeure déprimée et on sent un godet à la palpation, ou bien, en vertu de son élasticité, elle revient sur elle-même et la palpation ne donne pas d'indications. Dans le premier cas, les rayons X sont inutiles, car les signes cliniques sont suffisamment sûrs. Dans le deuxième, la table externe, encore intacte, intercepte les rayons, avant qu'ils aient atteint la lésion, et le résultat est négatif.

1. L. R. Régnier. *Radioscopie, radiographie, radiothérapie*.

Pour ce qui est des *fractures en bois vert*, elles méritent de nous retenir plus longtemps. Produites presque toujours par inflexion d'un os long, elles n'intéressent, d'après Stimson, que l'écorce compacte d'un côté ou pénètrent jusque dans le canal de la moelle. Leur trait est généralement dentelé et parfois le point de départ de quelques incisures longitudinales. Si l'os conserve son incurvation, la partie rompue restera béante et les rayons, tombant sous une certaine incidence, révéleront dans ses détails le trait de cassure. Mais si, comme le prétend Hamilton, l'os reprend sa forme, spontanément ou sous une influence étrangère, les dentelures viendront s'engrener les unes dans les autres, si bien que la cassure acquerra, au point de vue radiographique, tous les caractères d'une *fissure* à bords fortement dentelés.

Cette dernière se présente sous forme de fente linéaire « de longueur et de profondeur variables, ne circonscrivant pas un fragment au sens propre de ce mot » (1). Sa direction est presque toujours parallèle au grand axe de l'os et ses bords restent si resserrés qu'ils sont parfois très difficiles à découvrir, même sur le cadavre. Une telle lésion ne pourra que très difficilement permettre le passage des rayons X dans un sens ou dans un autre.

Supposons tout d'abord une fêlure de la face interne du tibia et projetons dans le même plan et

1. Rieffel. *Traité de chirurgie de Le Dentu et Delbet.*

normalement à elle un faisceau de rayons Roentgen. Que se produira-t-il ? Si la fêlure s'est enfoncée en ligne droite, les rayons plongeront jusqu'au fond sans rencontrer de résistance appréciable, mais là ils seront arrêtés par une partie osseuse demeurée intacte. Ils n'atteindront donc pas l'écran ou, si quelques-uns réussissent à filtrer, ils auront tant perdu de leur intensité que la plaque radiographique ne sera plus assez sensible pour donner une aussi minime différence de ton. Si au contraire la fêlure s'est enfoncée en ligne brisée, la substance osseuse interposée sera plus épaisse et il est naturel que l'ombre projetée s'en trouvera d'autant assombrie.

Donc premier résultat négatif.

Transportons maintenant notre faisceau dans un plan perpendiculaire au précédent. La fissure sera dissimulée sous une lame osseuse d'une épaisseur variable et les rayons ne pouvant l'atteindre resteront encore muets.

Seconde épreuve, second résultat négatif.

Loison rapporte une observation qui peut venir à l'appui de cette thèse :

« Au Val-de-Grâce, un cavalier fut atteint de contusion du tibia avec plaie par coup de pied de cheval. M. Nimier pense à l'existence probable d'une fracture incomplète. Il pratique la radiographie de la jambe recouverte d'un pansement à gaze iodoformée et d'un appareil plâtré et ne constate aucune solution de continuité. Quelques jours après, l'infection de la plaie nécessite la mise à nu du tibia dépériosté sur une certaine étendue ; la vue et le toucher ne révèlent aucune fissure. Dans la suite survient de la tuméfaction au niveau du point osseux trauma-

tisé. Il reprend une radiographie, le membre à nu cette fois, et constate nettement l'existence d'une fracture transversale incomplète. »

Considérée en elle-même, la première épreuve ne pouvait que faire errer le diagnostic, mais pourquoi la lésion apparaît-elle sur la seconde ? Nous ne croyons pas qu'on puisse incriminer le pansement à la gaze iodoformée ou la gouttière plâtrée ; étant très facilement traversés par les rayons X, ils ne sauraient en aucune façon diminuer la netteté de l'image. Il faut plutôt chercher une explication dans la tuméfaction qui aurait amoindri la cohésion de la substance osseuse ou alors dans ce fait que la seconde épreuve n'aurait pas été prise dans le même plan que la précédente. Quoi qu'il en soit, il ne nous semble pas moins acquis que la première radiographie conduisait infailliblement à une erreur de diagnostic.

Ici, la röntgénisation a pour elle qu'elle n'avait été pratiquée que dans un seul sens ; il est par conséquent possible d'objecter que si Nimier avait opéré sous deux incidences opposées il aurait certainement découvert la cassure. Bien que ce soit ce qui arrive habituellement, il est des cas où elle demeure complètement invisible.

OBSERVATION I

M^{me} R..., âgée de cinquante-deux ans, s'est tordue le pied *en dedans* en montant un escalier le 19 août 1904. Elle entre à l'Hôtel-Dieu le jour suivant.

A l'examen on constate une douleur bien localisée à 4 centimètres au-dessus de la pointe de la malléole péronière. Il n'y a pas de déformation, seulement un peu de tuméfaction ; pas d'entorse tibio-tarsienne.

La malade traitée par le massage guérit très rapidement.

Ces signes cliniques parurent assez précis à Lucas-Championnière pour qu'il ait pu maintenir le diagnostic de *fracture du péroné*, en dépit des deux épreuves radiographiques qui ne révélaient pas la moindre brisure.

Beaucoup de chirurgiens, encore sceptiques sur l'existence des erreurs dues aux rayons X, ne trouveront sans doute pas là des indications suffisantes pour affirmer une cassure et par conséquent accuser la roentgenisation. Peut-être seront-ils plus convaincus après l'observation de Chaput d'autant, plus suggestive et probante qu'elle fut contrôlée *post mortem* :

« Il y a quelques jours, entré dans mon service un homme de quarante-deux ans, charretier, sur le pied duquel était passée une voiture pesamment chargée. Il présentait une plaie au niveau de la partie inférieure et externe du péroné, avec fracture comminutive de cet os ; sous la plante du pied autre plaie très profonde au fond de laquelle on percevait un trait de fracture du calcanéum, oblique en bas et en avant, avec saillie légère du fragment supérieur en dedans.

« Mon interne, M. Garrigue, enleva les esquilles du péroné en conservant la malléole externe et appliqua un pansement iodoformé.

« J'examinai le malade le lendemain et je constatai, outre les lésions précédentes, la rectitude et l'immobilité du tibia ; je trouvai, en outre, une subluxation du pied en arrière.

« J'envoyai le malade à la radiographie afin d'éclaircir mon diagnostic qui me paraissait incomplet. La radiographie ne m'apprit rien, sinon un arrachement de la malléole interne.

« Je me décidai alors à pratiquer la ténotomie du tendon d'Achille pour réduire la subluxation du pied qui se reproduisait immédiatement après la réduction.

« Après la section tendineuse, le pied se redressa facilement, mais je perçus alors un craquement osseux avec mobilité anormale du tibia. Je constatai qu'il s'agissait d'une fracture en V de Gosselin; je réséquai le sommet des fragments, de façon à supprimer toute anfractuosité pouvant favoriser l'infection et j'immobilisai le membre dans un appareil à attelles métalliques.

« Au bout de quelques jours, le malade avait du délire alcoolique, le pied présentait des signes de gangrène et l'œdème septique envahissait le mollet. Je fis pratiquer l'amputation au niveau du foyer de la fracture.

« Le lendemain, l'infection septique avait monté et l'état général s'était aggravé. Je fis la désarticulation du genou, sans anesthésie; le malade mourut dans la journée.

« Je vous présente ici les pièces; voici la fêlure qui part du sommet du V et se prolonge dans l'articulation; par cette voie l'articulation s'était infectée; elle était pleine de pus.

« Voici aussi le calcanéum; il présente une fracture oblique en bas et en avant qui part un peu en arrière des surfaces astragaliennes et qui aboutit au bord inférieur de la surface cuboïdienne.

« Il y avait engrenement parfait du tibia, avec rigidité, de telle sorte qu'on conçoit que les rayons X ne rencontrant pas d'obstacle n'en aient accusé aucun sur la photographie. Il est plus étonnant que la fracture calcanéenne au niveau de laquelle existait un chevauchement peu considérable, mais net cependant, ait aussi passé inaperçue.

« En se reportant à l'épreuve négative faite pendant la vie, on constate une légère ligne transparente à la partie inférieure du tibia, mais pas la fracture oblique ni toutes les fissures qui en partent. La fracture du calcanéum n'est pas visible pour moi sur cette épreuve.

« Le tibia, radiographié après la mort, sur une première épreuve ne donne rien et sur l'autre ne montre qu'une partie des fissures.

« Cette radiographie, faite après la mort, est très importante, car elle a été faite sans interposition des parties molles ; malgré cela et bien que la netteté et la finesse de l'épreuve soient absolument parfaites, elle ne nous renseigne que très insuffisamment sur le nombre et la direction des fissures.

« Il m'a semblé que je devais publier cette observation en raison de sa précision qui ne laisse place à aucun doute. La radiographie est une ressource trop précieuse pour nous, pour que nous ne nous efforcions pas de savoir par le menu dans quelles conditions elle est capable de nous renseigner ou de *rester silencieuse.* »

Ces faits sont suffisamment éloquents par eux-mêmes ; il n'ont pas besoin de commentaires.

Que la fêlure, prise comme exemple, au lieu d'être supposée sur la face interne du tibia où elle est très facilement accessible aux rayons X, soit localisée sur sa face externe où elle sera cachée par le péroné ou dans toute autre région masquée par un os et nous n'aurons à plus forte raison aucune réussite dans nos investigations.

Cependant nous avons donné aux rayons l'incidence la plus favorable. Si, comme cela arrive trop souvent dans la pratique courante, ils avaient atteint la fissure obliquement, ils auraient perdu la possibilité de s'insinuer entre les bords et par conséquent la dernière chance de succès.

La lésion, que nous venons d'envisager, n'intéresse qu'une partie de l'os. Quand elle s'est propagée à toute l'épaisseur, elle devient assimilable aux fractures complètes sans déplacement.

Que la cassure transversale soit dentelée ou hérissée

sée, qu'elle soit *en rave* ou en *tuyau de pipe*, elle se montre presque toujours sur l'image radiographique pourvu que les rayons passant par le centre de la brisure soient sensiblement perpendiculaires au grand axe de l'os. Le contact entre les deux fragments n'est plus assez intime pour les intercepter tous. Quand les dentelures sont grosses et étroitement engrenées elles forment bien obstacle, mais il est rare qu'elles soient assez serrées et aient conservé une opacité suffisante. Sous la force du traumatisme quelques-unes se sont brisées et alors, ne pouvant rentrer dans l'interstice qu'elles occupaient auparavant, elles empêchent la coaptation parfaite des autres et favorisent ainsi la *röntgenisation*.

De plus, les lèvres de la rupture ne demeurent que par exception rigoureusement nettes ; elles sont plus ou moins ébréchées et les rayons tangents projettent sur l'écran une encoche, qui peut faire supposer une fracture à l'exclusion de tout autre indice.

Seuls des rayons obliques, buttant contre les extrémités des fragments, auraient des chances d'être interceptés, encore faut-il que l'os n'ait aucune brèche extérieure et que son axe soit rigoureusement le même.

Les fractures *spiroïdes* sont encore plus accessibles aux rayons X. Produites à peu près toujours par un mécanisme de torsion, elles offrent des traits de rupture si étendus que les fragments ne se trouvant plus solidement maintenus, tendent à s'écarter

et, élargissant ainsi la fente, facilitent le passage des rayons. Cependant il peut arriver, d'après Hennequin, « que ceux-ci, ne rencontrant sur la face antérieure ou postérieure des fragments que du tissu compact, ne laissent sur la plaque sensible aucune solution de continuité » ; ou qu'en raison d'un traumatisme relativement léger ou de l'action contentive des insertions ligamenteuses et musculaires les fragments conservent leur place respective. La lésion n'est qu'une étroite fissure et alors, pour peu que les rayons soient obliques ou manquent d'intensité, l'image sera floue, à tel point que parfois elle passera inaperçue ou tout au moins ne permettra que le doute.

Avec les fractures obliques les rayons Röntgen sont susceptibles de nous conduire aux résultats les plus contradictoires.

Prenons d'abord le cas le plus simple, celui où il n'y a pas de déplacement. Les deux fragments taillés en *bec de flûte* sont encore coaptés. Les rayons, passant par le centre de cassure et normalement à son plan, rencontreront avant tout l'extrémité d'un fragment ; derrière, la solution de continuité sera abritée et inaccessible. La röntgenisation ne nous apprendra rien.

Mais si nous projetons nos rayons dans un sens perpendiculairement opposé, ils s'insinueront presque toujours entre les deux becs et porteront sur la plaque radiographique une traînée claire d'une largeur quelquefois surprenante.

OBSERVATION II

M^{me} B..., âgée de cinquante-neuf ans, tombe le 21 juin 1904. en descendant de voiture. Elle se relève elle-même et ressent une telle douleur, quand elle s'appuie sur sa jambe gauche, qu'elle ne peut marcher.

On l'emporte chez elle et elle entre à l'hôpital le jour suivant.

A l'inspection : pas de déformation apparente du membre, seulement un peu de gonflement et une ecchymose marquée au niveau de l'articulation tibio-tarsienne et remontant assez haut sur le côté externe de la jambe.

A la palpation : une douleur exquise immédiatement au-dessus de la malléole péronière, rien du côté du tibia ni du côté du calcanéum. Les mouvements du pied faits avec précaution sont à peine douloureux.

On diagnostique une fracture du péroné et la malade est traitée par le massage.

Pas d'appareil plâtré.

Elle sort le vingt-cinquième jour et revient à pied se faire masser.

Une première radiographie, prise obliquement, montre tous les os, même le péroné, absolument intacts.

Une seconde, faite dans le sens antéro-postérieur, indique très nettement un trait de fracture, de 1 millimètre de largeur s'étendant obliquement depuis la base de la malléole péronière jusqu'à 1 centimètre de sa pointe. Rien ailleurs.

OBSERVATION III

Le 6 janvier 1905, M^{me} S..., âgée de trente-quatre ans, glisse sur le verglas et tombe, la jambe gauche repliée sous elle. Elle ne peut se relever, tant la douleur qu'elle ressent au pied gauche est aiguë. On la transporte en voiture à l'Hôtel-

Dieu où elle entre, salle Sainte-Marthe, dans le service du Dr Lucas-Championnière.

A l'inspection on constate une déformation du cou-de-pied gauche qui est tuméfié. Le pied est un peu déjeté en dehors, mais surtout en arrière, le calcanéum faisant une saillie très marquée en arrière du plan transversal passant par la face postérieure de la jambe. On trouve, à l'aide du mètre-ruban, un raccourcissement du dos du pied. Somme toute, il n'y a que très peu de déplacement latéral, pas d'encoche de Dupuytren, ni de saillie de la malléole tibiale.

Le ballottement astragalien existe.

A la palpation du péroné apparaît une douleur très vive, allant de la base de la malléole jusqu'à 5 à 6 centimètres au-dessus de la pointe péronière.

Le tibia est douloureux, d'une part au niveau de la base de sa malléole et d'autre part au niveau de son bord antérieur, à 1 cm. 5 environ au-dessus de l'interligne.

On fait le diagnostic de fracture bimalléolaire.

La malade est placée dans une gouttière métallique, après



Fig. 1

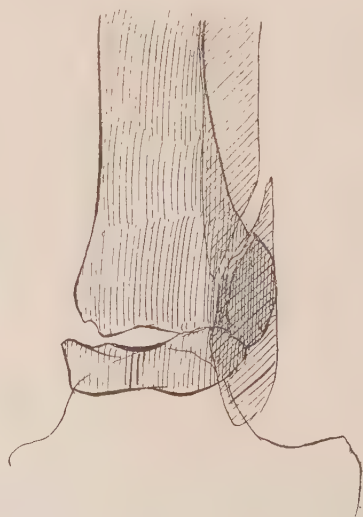


Fig. 2

essai de réduction de la subluxation en arrière. Le lendemain on commence le massage.

Le même jour l'état local s'est modifié, des ecchymoses sont apparues, recouvertes de quelques phlyctènes, le tout siégeant exactement au point fracturé.

La malade sort guérie de l'hôpital après six semaines de traitement.

Une première radiographie, prise dans le sens antéro-postérieur, montre un péroné absolument intact et seulement un trait de fracture de 1/2 millimètre de largeur siégeant sur la malléole du tibia à 2 cm. 5 au-dessus de l'interligne articulaire.

Sur une seconde radiographie, faite dans le sens latéral, on voit très nettement un arrachement du bord antérieur de la mortaise tibiale et un large trait de fracture de 2 millimètres intéressant toute l'épaisseur de l'extrémité inférieure du péroné.

Une autre observation est relatée par Delorme :

Il s'agit d'un cavalier chez qui, à la suite d'une chute de cheval, on hésitait à diagnostiquer une cassure ; les signes cliniques n'étaient rien moins que nets. Or, l'une des radiographies, prise d'avant en arrière, ne révèle pas trace de lésion ; sur la deuxième, au contraire, prise latéralement, on aperçoit très nettement une déformation considérable du tibia due à une fracture oblique.

De son côté Carl Beck a remarqué un cas qui corrobore ces faits :

« Un garçon de quatre ans, en train de jouer dans la rue, tombe par terre et se heurte la jambe gauche contre le trottoir. Il ne peut plus se relever et est apporté à l'hôpital, où l'examen permet de constater à côté d'un trouble fonctionnel une douleur localisée au milieu du tibia gauche, mais sans crépitation, ni mobilité anormale, ni raccourcissement du membre.

« Le même jour on fait deux radiographies : L'une est prise

d'avant en arrière et montre les os absolument intacts; sur la seconde la jambe se présente par sa face externe et on voit on ne peut plus nettement au tibia un trait oblique de fracture. Une troisième radiographie, prise d'avant en arrière trois jours plus tard, montre également l'existence de la lésion. »

La conclusion de Delorme et Carl Beck est qu'il est nécessaire de radiographier les membres dans plusieurs positions ou tout au moins dans deux directions réciproquement perpendiculaires. Du reste c'est le conseil qu'avaient déjà donné des chirurgiens comme Loison, Berger et Marie (de Toulouse).

Néanmoins les signes cliniques nous ont quelquefois nettement indiqué une fracture et cependant nous n'en trouvons pas trace sur les deux radiographies. Pourquoi ? Les surfaces de rupture, étant demeurées intimement accolées, empêchent dans une certaine mesure le passage des rayons, mais ne paraissent pas les intercepter tous. Il faut donc une condition nouvelle. Ces surfaces peuvent très bien ne pas être planes et, outre l'engrènement serré de nombreuses dents, présenter une ou plusieurs proéminences en dos d'âne venant rigoureusement s'emboîter dans des dépressions correspondantes. De cette façon les rayons qui se propagent en ligne droite butteront contre ces proéminences et ne pourront émerger de l'autre côté.

De plus, il n'est peut-être pas impossible qu'une ombre, déjà foncée d'un trait de cassure très mince, aille se fondre sur une autre où elle aura été projetée. « La superposition d'un trop grand nombre de détails

sur la même surface peut rendre difficile sinon impossible la compréhension des images » (1), et « les ombres souvent mal délimitées de clichés radiographiques peuvent être confondues avec les taches de développement » (2).

OBSERVATION IV

Le 6 janvier 1905, M^{me} G..., âgée de trente-sept ans, fait une chute en descendant d'un trottoir. Elle entre, le jour même, dans le service du D^r Lucas-Championnière à l'Hôtel-Dieu.

La malade se plaint d'une douleur très violente à la cheville du pied gauche.

Elle est examinée dès son arrivée dans la salle. Il n'existe pas de déformation apparente. La palpation détermine une douleur très vive et nettement localisée au niveau du péroné du côté gauche, à 10 centimètres environ au-dessus de la pointe malléolaire.

Comme le gonflement n'existe pas encore, on peut sentir par la palpation une petite encoche au même niveau.

Il n'existe pas d'encoche tibio-tarsienne ; c'est à peine si une pression un peu forte détermine de la douleur au niveau de la malléole tibiale.

On diagnostique une fracture du péroné.

La jambe malade est immobilisée dans une gouttière métallique matelassée d'ouate et le massage est pratiqué dès le jour d'entrée.

Les jours suivants, il y a peu de gonflement, la douleur diminue, mais une ecchymose apparaît, qui atteint son maximum au quatrième jour. Elle est située au niveau du point fracturé.

1. Marie (de Toulouse). *Presse médicale*, 20 septembre 1899.

2. *Idem*.

Au bout de trois semaines la malade commence à marcher ; elle sort guérie du service.

Les deux radiographies, prises dans deux plans respectivement perpendiculaires, n'indiquent pas la moindre trace de lésion ni sur le tibia ni même sur le péroné.

OBSERVATION V

M^{me} D..., âgée de trente-deux ans, entre le 1^{er} décembre 1904 dans le service du Dr Lucas-Championnière à l'Hôtel-Dieu.

Elle vient de faire une chute en marchant. Elle a glissé sur un trottoir et est tombée le pied gauche étant porté en abduction. Elle a ressenti immédiatement une douleur très vive et n'a pu s'appuyer sur le pied malade.

Elle est vue à la visite le lendemain matin. La région du cou-de-pied gauche est tuméfiée d'une façon égale, à la face interne, à la face externe et à la partie antérieure de l'articulation. Une ecchymose commence à apparaître au niveau du péroné à 6 ou 7 centimètres au-dessus de la pointe malléolaire.

Il n'y a pas de déformation de la région en dehors de la tuméfaction. Pas de ballotement astragalien.

La palpation détermine au niveau de l'ecchymose une douleur très vive et *bien localisée*.

Du côté interne, à la base de la malléole tibiale, la palpation détermine de même une douleur vive, mais moins localisée que la précédente.

Il n'existe pas d'entorse tibio-tarsienne ; l'exploration des ligaments se fait sans déterminer de douleur.

On porte le diagnostic de fracture bi-malléolaire par abduction.

La jambe est placée dans une gouttière matelassée d'ouate, et le traitement par le massage est institué immédiatement.

La tuméfaction au bout de quatre à cinq jours commence à diminuer ; l'ecchymose externe devient plus apparente et descend sous le pied en suivant la gaine des muscles péroniers. Une ecchymose interne, petite, est apparue.

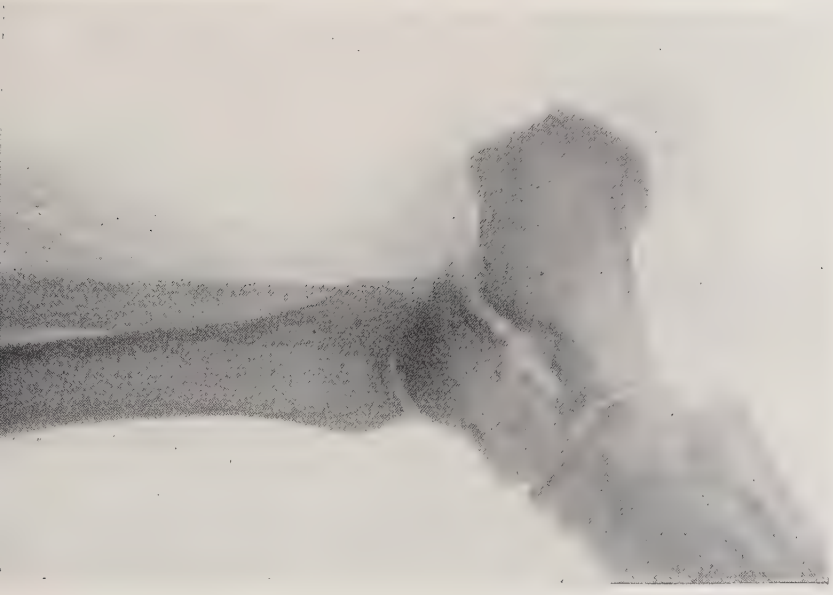
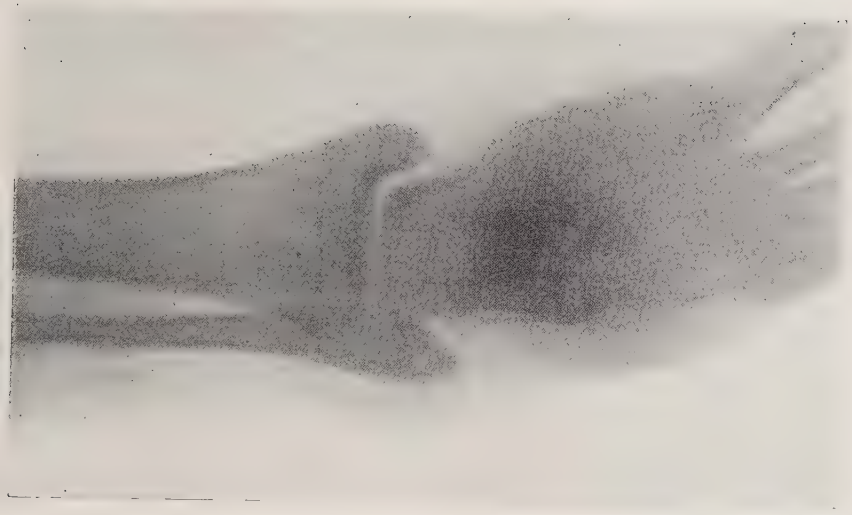


Planche I

Au bout de trois semaines de massage et de mobilisation du pied la malade fait quelques pas. Elle sort du service au bout d'un mois, ne gardant qu'un peu de raideur des mouvements du pied.

Les deux radiographies, comme on peut s'en convaincre par les planches ci-contre sont absolument négatives ; elles ne donnent pas la plus petite trace de fracture.

La nécessité de prendre deux clichés ne s'impose pas moins dans les ruptures avec déplacement. Si l'épreuve est très nette dans les cassures avec écartement, elle l'est déjà moins quand il existe une pénétration, et plus du tout, dans certaines circonstances, quand il y a chevauchement.

En général le fragment pénétré s'écrase et s'étale suffisamment sous la pression pour briser les trabécules du tissu spongieux qui, par ce fait devenu plus serré et partant plus opaque, donnera à l'écran une ombre progressivement plus foncée. Nous ne parlerons pas de ces cas bénins où un traumatisme léger, ayant déterminé la rupture d'une parcelle osseuse et de quelques capillaires, produira un épanchement sanguin avec gonflement, douleur et impotence fonctionnelle partielle. Ce sont plutôt des contusions. Mais qu'un choc plus violent fasse des ruptures suffisamment étendues et nous les verrons reproduites par la radiographie. Quelques-unes cependant restent invisibles. Les exemples en sont particulièrement fréquents dans les fractures du tarse où les os étroitement encastrés les uns dans les autres se masquent réciproquement. Berger a observé une cassure intra-trochantérienne avec déformation et

raccourcissement considérable. Il a dû rompre un engrenement pour obtenir la réduction. Il appliqua l'appareil d'Hennequin et, après guérison, la radiographie n'a montré ni trace de cassure, ni présence de cal.

En admettant que dans les fractures diaphysaires on voie très nettement la lésion, il sera impossible d'orienter les fragments : l'un d'eux peut avoir accompli une rotation autour de son axe, de sorte que la face qui se présentera en arrière et que nous qualifierons de postérieure sera en réalité une face antérieure ou latérale.

Dans les cassures avec déplacement angulaire ou bien les rayons sont parallèles au plan de coudure ou bien ils lui sont perpendiculaires. Dans le premier cas ce n'est pas seulement la cassure qui pourra passer inaperçue mais même le déplacement. Les deux extrémités osseuses, venant butter l'une contre l'autre, s'opposent au passage des rayons et ceux-ci, atteignant l'os précisément du côté opposé à l'angle, se comportent comme si cet os était droit. Dans le deuxième cas, la rupture et la déviation, prises sous l'incidence la plus favorable, apparaîtront avec leur maximum de précision.

C'est ce qui est très nettement démontré par les deux épreuves reproduites ci-contre.

Sur la première on voit à grand'peine une ombre un peu plus foncée sur l'extrémité supérieure de l'humérus qui a conservé sa rectitude : sur la seconde

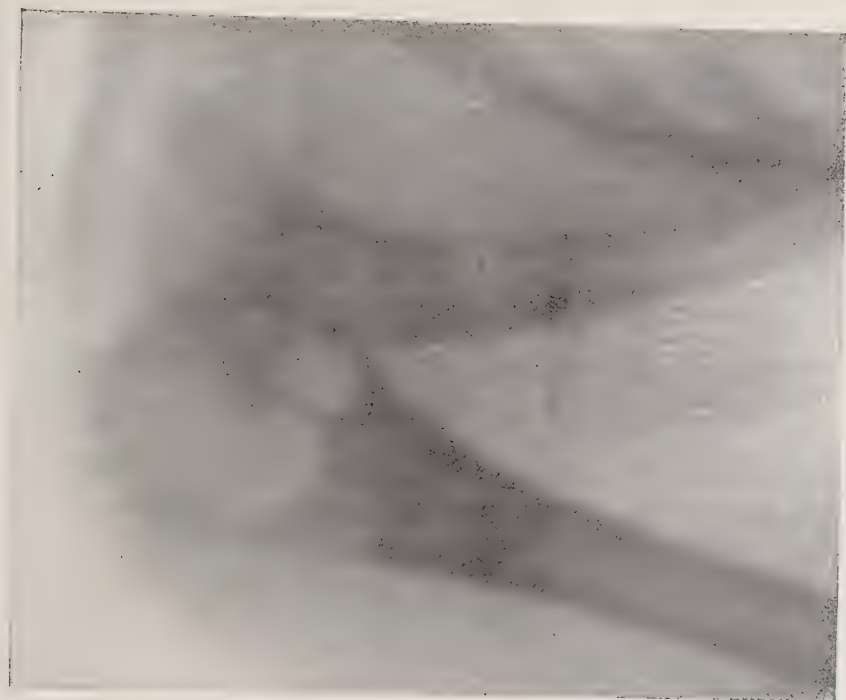


Planche II

se révèle une fracture complète avec déplacement angulaire très marqué.

Quant aux cassures avec chevauchement elles donnent les mêmes résultats. « Que deux fragments, dit Hennequin, exactement superposés par rapport



Fig. 3

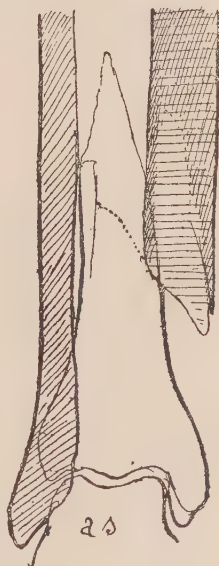


Fig. 4

au foyer lumineux soient en contact ou séparés par des tissus mous, la radiographie restera muette, non seulement sur leur chevauchement mais même sur leur séparation ; et, malgré la différence de situation des plans qu'ils occupent, le trait de fracture n'apparaîtra pas sur le cliché si quelques rayons n'ont filtré entre les fragments. » Si nous radiographions dans une autre direction nous constaterons un dépla-

cement marqué, parfois de plusieurs centimètres.

Les esquilles elles-mêmes ne sont pas toutes visibles : elles peuvent se masquer entre elles ou disparaître derrière un fragment osseux.

« Donc, sur l'épreuve muette, on n'est pas en droit de se prononcer sur la non-existence d'une fracture ; mais si on a sous les yeux plusieurs radiographies prises dans différentes positions, on restera rarement dans le doute. » (1).

Ce sommaire examen des différentes variétés de cassures montre combien il est parfois difficile d'expliquer l'impuissance de la Rœntgenisation. Multiples en sont les causes et nos hypothèses, basées sur l'opacité de la substance osseuse, ne paraîtront peut-être pas toujours très plausibles. Il n'en demeure pas moins acquis que *certaines fractures sont invisibles* comme l'ont bien démontré d'un côté Maunoury, Berger et Bazy, de l'autre nos observations et nos épreuves radiographiques ci-dessus reproduites.

Cela ne veut pas dire qu'il faut renoncer aux rayons X ; au contraire, nous devons radiographier toutes les cassures, car n'oublions pas que si quelques-unes sont méconnues, en revanche beaucoup sont révélées avec des indications précieuses au point de vue thérapeutique et surtout médico-légale, que nous n'aurions pas obtenues par un autre procédé.

Ne faisons pas fi non plus de la clinique. Elle n'est

1. Hennequin. *Bull. de Soc. de chirurgie*, 21 février 1900.

pas seulement susceptible de nous faire découvrir une rupture osseuse demeurée invisible, mais encore de corriger les données radiographiques et d'apporter des renseignements très utiles pour le pronostic. « La radiographie, dit Loison, ne peut pas se substituer à la clinique, elle ne fait que lui venir en aide en tant que moyen complémentaire de diagnostic et de contrôle. »

II. — *Amplification. — Déformation. — Flou.*

Quand un chirurgien a diagnostiqué et réduit une fracture, sa tâche n'est pas achevée. Il lui reste à en déterminer la gravité et en prévoir les conséquences. Comment guérira-t-elle ? comment marchera le blessé ? Pour ce il lui est indispensable de connaître le siège et la variété de la fracture, l'importance du déplacement et le nombre des fragments. Il trouvera ces éléments dans la clinique et surtout la radiographie qui lui mettra pour ainsi dire sous les yeux l'image de la lésion.

Il semble qu'avec de semblables données il ne soit pas bien difficile d'apprécier la gravité d'une cassure ; c'est du moins l'opinion généralement admise. Nous verrons qu'il n'en est rien.

Tuffier, étudiant les fractures à l'aide des rayons X, découvrit que, quel que soit le procédé de réduction employé, les fragments conservaient fréquemment un chevauchement accentué et don-

naient naissance à un cal volumineux, sans que pour cela les fonctions du membre fussent compromises. Lucas-Championnière, qui connaît ce fait depuis longtemps, pense qu'on exagère souvent les déformations osseuses faute de bien interpréter les épreuves radiographiques. Celles-ci étant « le résultat de la projection de cônes lumineux » donnent une image bien loin d'être semblable à l'image photographique. Le même cal, radiographié plusieurs fois, n'apparaît pas avec les mêmes caractères et les mêmes dimensions. Les déformations sont exagérées par la radiographie de telle sorte que, s'il est exact que les difformités sont fréquentes, il n'est pas moins exact que la radiographie exagère cette difformité dans la plupart des cas et qu'un petit crochet devenant un gros crochet on croit se trouver en présence de très grandes déviations, alors qu'il peut n'exister qu'un peu de chevauchement.

C'est ce qui explique à Hennequin les résultats paradoxaux obtenus par Tuffier : « Je ne puis, dit-il, m'empêcher de mettre en suspicion l'exactitude des épreuves radiographiques qu'il a fait passer sous mes yeux. Non, ces épreuves ne sont pas l'expression de la vérité, elles exagèrent les déplacements, elles nous les montrent avec des agrandissements qui sont en rapport avec l'angle d'incidence des rayons lumineux. J'ai la conviction que, si Tuffier avait fait une mensuration exacte du membre et de l'espace compris entre les extrémités des fragments sur l'épreuve radiographique, il aurait constaté une

différence assez sensible. Cette conviction est fortifiée et par les lois de l'optique et par les faits encore peu nombreux, il est vrai, mais vérifiés *de visu* que quelques-uns de nos collègues ont rapportés ici même. M. Schwartz ne nous a-t-il pas dit, qu'ayant sous les yeux la radiographie d'une fracture de la clavicule dont il fit la suture, il trouva un des fragments dans une position toute autre que celle qu'indiquait l'épreuve radiographique.

Dans une des dernières séances, Lucas-Championnière nous a raconté qu'après avoir extrait un fragment d'aiguille de la main d'une femme, ses élèves étaient convaincus que, dans les manœuvres d'extraction, l'aiguille s'était brisée et qu'il n'en avait retiré qu'un fragment, tant la radiographie avait exagéré la longueur du corps étranger. Or, une nouvelle épreuve démontra qu'il n'en était rien.

Autre fait : J'assistais M. Nélaton, il y a deux ans, dans une ostéotomie du fémur pour fracture sus-condylienne vicieusement consolidée. Entre autres particularités, l'épreuve radiographique nous montrait un espace clair d'une étendue de plus de 1 centimètre transversalement, correspondant au trait de fracture. Comme il n'existait plus ni mobilité, ni flexibilité, cet espace devait représenter le cal en voie de transformation osseuse. Nous nous demandions comment des plans de fracture aussi éloignés l'un de l'autre avaient pu s'unir. Or, après la dénudation du fémur, cet espace se réduisait à une ligne un

peu déprimée en forme de gouttière, admettant le tranchant de l'ostéotomè.

La radioscopie, bien entendu, donne les mêmes impressions erronées, si même elle ne les exagère encore, ce qui se comprend d'autant mieux que généralement le foyer lumineux est plus rapproché de l'objet.

Tout récemment M. Nélaton faisait radioscopier, par le Dr Chabry, deux fractures de jambe en voie de consolidation. Toutes deux siégeaient à l'union du tiers moyen et du tiers inférieur.

La première avait été soumise à l'extension continue huit jours après l'accident (un appareil plâtré sévère ayant été reconnu impuissant à maintenir la correction d'un raccourcissement de plus de 3 centimètres et d'un déplacement du fragment inférieur, dans le sens antéro-postérieur) ; la radioscopie nous fit voir le fragment inférieur légèrement dévié en dedans, faisant un angle avec le supérieur d'environ 175 degrés, c'est-à-dire insignifiant ; le péroné ne présentait aucune déformation. Dans le sens transversal, la conformation des deux leviers osseux paraissait régulière.

La seconde, qui avait été soumise à l'extension seulement vingt-six jours après l'entrée du blessé, présentait les signes d'un chevauchement des fragments ; le raccourcissement au début était de 5 centimètres. D'avant en arrière le tibia projeté sur l'écran était normalement conformé, l'ombre du péroné était très floue. La réduction de la fracture du tibia

nous parut complète ; nous ne pouvions juger celle du péroné. Vus de côté, les fragments inférieurs, tant du tibia que du péroné, étaient tellement déviés en arrière et tellement remontés qu'on aurait pu loger deux doigts entre l'extrémité des fragments inférieurs et la face postérieure des supérieurs ; le raccourcissement pouvait être estimé à 6 ou 7 centimètres. On se demandait comment les extrémités des fragments inférieurs ne soulevaient pas la peau de la face postérieure de la jambe. Et ce grand chevauchement se réduisait à la mensuration à un raccourcissement de moins de 1 centimètre ; la déviation était très peu accusée.

Ces observations étaient suffisamment probantes pour poser en vérité les dires de Lucas-Championnière et Hennequin. Il n'y avait plus de doute, les images radiographiques amplifiaient les objets représentés. Mais pourquoi ? L'explication en fut fournie par Contremoulins qui du même coup tâcha de prouver que cette amplification était due à une mauvaise technique et non à la roentgenisation elle-même.

Pour ce, il fractura les os d'une jambe et, les ayant scellés sur une planchette à l'aide de plâtre, il en fit plusieurs examens radiographiques en déplaçant le tube latéralement mais en ayant bien soin de le conserver toujours à 50 centimètres de la plaque sensible.

Les données obtenues furent « si contradictoires

qu'il est impossible de se faire une idée exacte de l'état réel de cette fracture ». La première épreuve « montre les os presque engrenés ; le tibia paraît parfaitement coapté, le péroné est légèrement dévié ». (1) Dans la quatrième et la cinquième « ce n'est plus le tibia qui se trouve représenté en bonne place, mais, au contraire, le péroné » (2). Enfin dans la deuxième et la troisième « nous voyons un aspect tout différent ; tandis que la deuxième épreuve montre les fragments complètement chevauchés » (3) la troisième « les représente absolument séparés » (4).

« Une telle complexité dans l'image est indéchiffrable, et il faut, en pratique médicale ramener tous les résultats à un type défini en supprimant tous les éléments d'erreurs. »

C'est-à-dire qu'il faut toujours opérer dans des conditions identiques et déterminées par avance, pour un même cas, si l'on veut que l'interprétation radiographique soit possible.

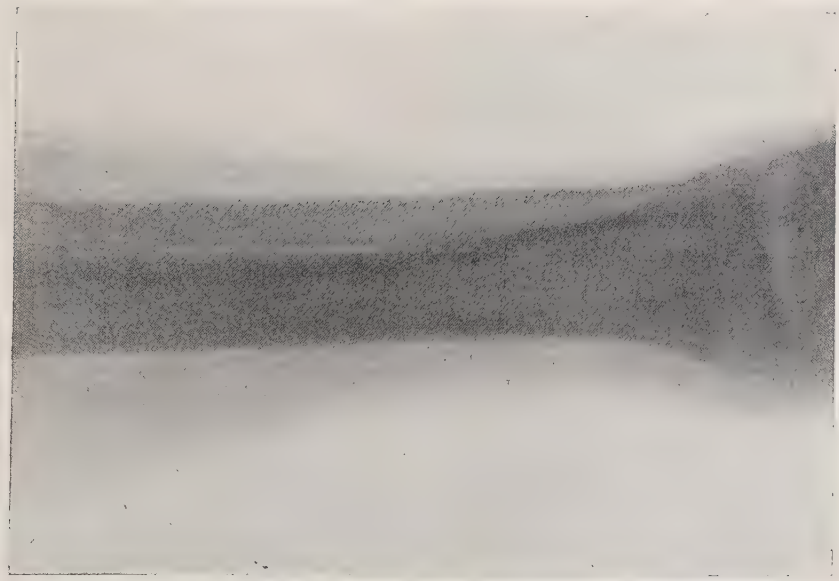
Pour obtenir ce résultat, il suffit de faire coïncider la perpendiculaire abaissée du foyer du tube de Crookes par un point défini de la plaque sensible, son centre de préférence, et cela, bien entendu, normalement à celle-ci ; puis, quand il s'agit d'une fracture, faire coïncider cette perpendiculaire avec le *centre* de la fracture.

1. *Idem.*

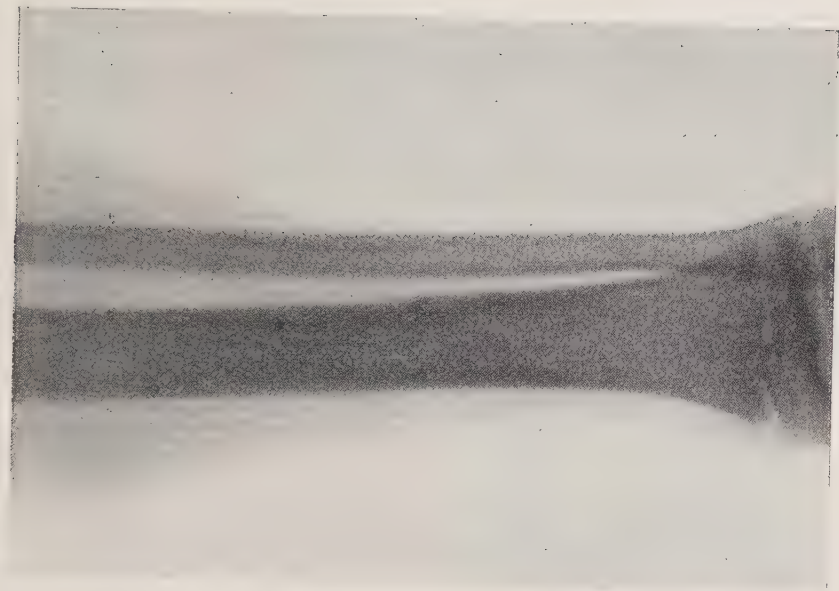
2. *Idem.*

3. Contremoulins. *Presse médicale* 28 avril 1900.

4. *Idem.*



Face postérieure. Rayons obliques.



Face postérieure. Rayons normaux.

De cette manière, la déformation due aux rayons obliques sera *nulle* et la position des os donnée par l'image projetée aura une valeur *exacte*.

Il suffira donc, pour avoir un renseignement complet et *sans déformation*, de prendre deux radiographies à 90 degrés, l'une antéro-postérieure, l'autre latérale.

Pour éviter l'*agrandissement* dont parle M. Lucas-Championnière, la distance du tube à la plaque pourrait être fixée à 50 centimètres. Cette distance moyenne conviendrait très bien à toutes les installations radiographiques et permettrait d'opérer dans d'excellentes conditions pour le client et le radiographe.

Si celui-ci se donne la peine de bien placer le membre dans l'une des deux dispositions sus-indiquées, il pourra donner un document au chirurgien, ayant une *valeur absolue* et qui éviterait ainsi les critiques fort justes que formulait M. Lucas-Championnière tout récemment (1).

Voilà le moyen de faire disparaître radicalement toutes les erreurs radiographiques. Il est à regretter que Contremoulins n'ait pas consigné dans sa communication les données essentielles pour apprécier avec exactitude la valeur de ces déplacements. D'abord nous ne connaissons pas la distance réelle qui sépare les extrémités des fragments ; ce qui aurait été pourtant bien facile à mesurer puisqu'il

1. Contremoulins. *Presse médicale* 28 avril 1900.

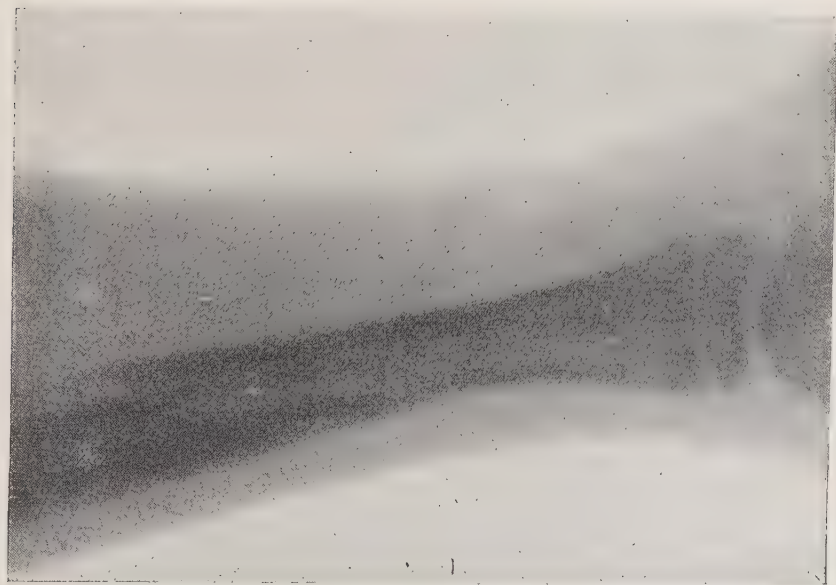
s'agit d'une « fracture expérimentale » et que les os étaient inclus dans un bloc de plâtre. Puis nous ignorons complètement de combien l'ampoule a été déplacée latéralement, de sorte qu'avec ces expériences il est non seulement impossible de connaître le rapport des déplacements des fragments au déplacement de l'ampoule, mais encore de vérifier l'exactitude de la technique de Contremoulins. Des chiffres pris sur la fracture et retrouvés sur les épreuves auraient cependant été d'un bien grand poids pour imposer cette méthode.

Grâce au précieux concours de notre ami, M. Ménard, radiographe à l'hôpital Trousseau, nous avons pu faire une expérience à peu près analogue. Un seul point la différencie, c'est qu'au lieu d'être expérimentale notre fracture était accidentelle.

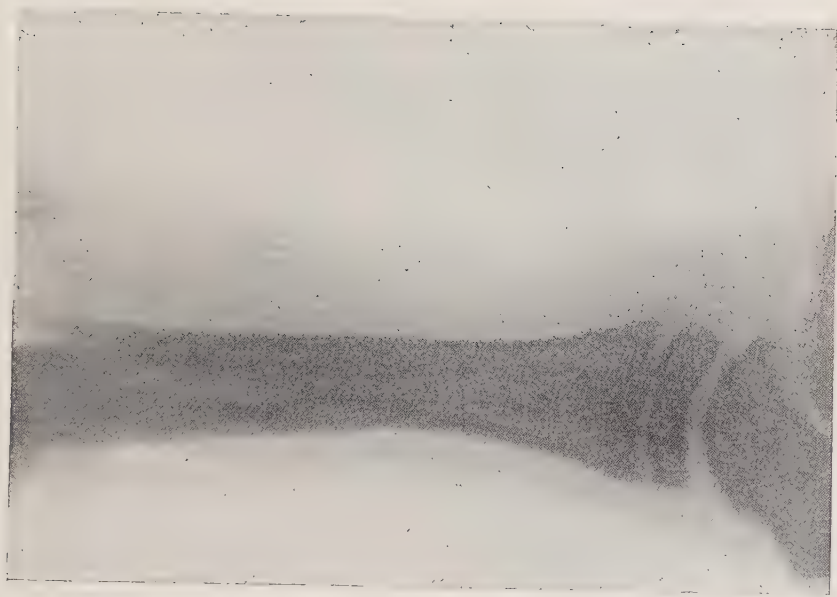
Tout d'abord l'ampoule fut placée à 63 centimètres de la jambe, de façon que les rayons normaux, situés dans le plan antéro-postérieur, vinssent passer par le centre de la cassure.

L'épreuve obtenue indique sur le tibia droit, outre le décollement de son épiphyse inférieure, un trait de rupture très apparent de 1 millimètre de largeur, s'étendant obliquement de 6 à 8 centimètres au-dessus de l'interligne tibio-astragalien.

L'ampoule, conservée à la même distance du membre, fut alors déplacée de 12 centimètres latéralement, les rayons atteignant la jambe par sa face interne.



Profil externe. Rayons obliques.



Profil externe. Rayons normaux.

L'épreuve donne encore le décollement inférieur, mais plus trace de trait de fracture.

Le tube fut ensuite rapproché à 52 centimètres du membre et deux clichés furent pris dans un plan latéral.

Tous deux révèlent le décollement épiphysaire.

Le premier, dû à des rayons normaux, montre une fracture très marquée. Le trait, d'une largeur moyenne de 4 millimètres, commence à 7 centimètres pour remonter jusqu'à 14 au-dessus de l'interligne articulaire. Le fragment inférieur mesure également 14 centimètres de longueur maxima.

Le second cliché, obtenu comme précédemment après un déplacement de 12 centimètres, dévoile une rupture de 5 millimètres de largeur, s'étendant de 6 cm. 5 à 13 centimètres à partir de l'interligne. Le fragment inférieur n'atteint pas moins de 15 cm. 5 de longueur.

Ces résultats, dus à une simple translation du foyer lumineux, paraissent assez contradictoires.

La fracture étant fermée, il ne nous a pas été donné de mesurer ni la longueur des fragments, ni leur écart, de sorte qu'il nous est impossible d'affirmer ou de nier l'exactitude des épreuves obtenues sous les rayons normaux. Nous ne pouvons pas du même coup établir numériquement l'allongement des fragments ni l'agrandissement du trait de fracture résultant de l'action des rayons obliques. Tout au plus pouvons-nous indiquer le rapport qui existe

au point de vue des données, entre les rayons obliques et les rayons normaux.

Considérant que nos expériences n'étaient pas suffisamment concluantes, Ménard résolut de les compléter. Pour ce, il radiographia une règle métallique de 8 millimètres carrés.

Il l'appliqua d'abord directement contre la plaque et plaça le tube à 22 centimètres de cette dernière. Avec des rayons normaux, passant par le centre de la règle, il obtint une projection mesurant sensiblement 8 millimètres de largeur.

En conservant toujours la distance de 22 centimètres, mais en déplaçant seulement le foyer de 4 centimètres latéralement, les rayons de normaux devinrent obliques et donnèrent une ombre de 1 centimètre; en poussant le déplacement jusqu'à 15 centimètres, l'ombre atteignit 1 cm. 6.

La règle n'ayant pas bougé, mais le tube étant alors éloigné de 50 centimètres de la plaque, les rayons perpendiculaires donnèrent encore une projection de 8 millimètres, les rayons de 4 centimètres d'obliquité eurent une ombre de 8 mm. 3 et ceux de 15 centimètres en eurent une de 1 centimètre.

Puis, la même règle fut disposée à 7 centimètres de la plaque sensible et le tube à 50. Avec des rayons normaux l'image était de 8 mm. 3; il suffisait de faire varier le tube latéralement de 11 centimètres pour obtenir une image de 1 cm. 3 et, l'obliquité demeurant la même, de le rapprocher à 28 cen-

timètres pour que cette image atteignit une largeur de 3 centimètres.

Ces expériences très simples ont l'avantage de montrer bien nettement les écarts considérables qu'il est possible d'obtenir avec de minimes déplacements du foyer lumineux ou du corps à radiographier.

Il suffit de faire une règle de trois pour savoir quelle sera l'amplification d'un corps donné. Ainsi, avec des rayons d'une obliquité de 11 centimètres, une diaphyse de fémur de 3 centimètres de diamètre placée à 7 centimètres de la plaque, le tube en étant distant de 50, sera représentée par une ombre de 4 cm. 875. L'amplification sera donc de 18 mm. 75, c'est-à-dire de plus de la moitié de l'épaisseur de l'os.

Il est à remarquer que, sur toutes ces épreuves, les rayons obliques ont grossi l'ombre projetée ; seuls les rayons normaux l'ont reproduite fidèlement, mais à la condition expresse que la règle fût appliquée immédiatement contre la plaque.

Il en ressort que les clichés sont d'autant plus agrandis :

1° Que la plaque sensible est plus éloignée du corps ;

2° Que le foyer lumineux en est plus rapproché ;

3° Qu'il est plus distant de la perpendiculaire abaissée sur la plaque et passant par le centre du foyer de fracture.

Ces faits sembleraient prouver qu'avec la technique préconisée par Contremoulins il est possible

d'obtenir des images de grandeur et de forme réelles.

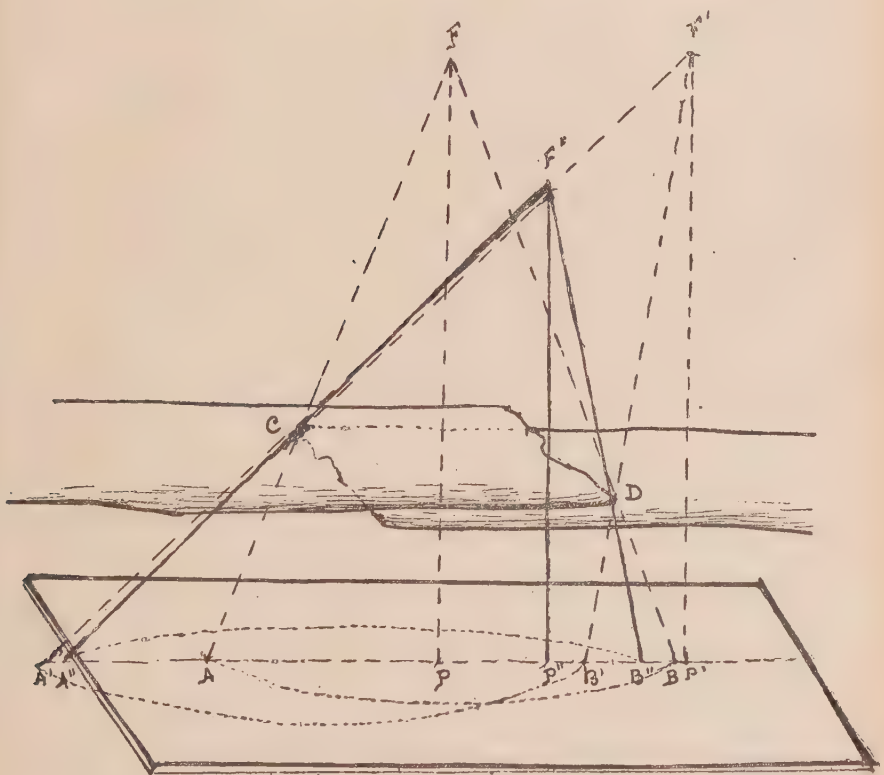
Notons d'abord que le corps choisi par Ménard était de petites dimensions et qu'alors les rayons ne pouvaient guère accuser qu'une amplification impossible à mesurer. Avec un gros os, fémur ou tibia, ou encore avec un chevauchement des fragments de plusieurs centimètres, les résultats eussent certainement été tout autres, car les rayons, qui ont passé tangents à la règle et qui par conséquent ont marqué ses bords, n'étaient déjà plus normaux. Ce qui le prouve bien c'est qu'il a suffi de soulever la règle de quelques centimètres pour qu'aussitôt apparût une augmentation de largeur d'ombre de plus d'un quart de millimètre.

En second lieu, nous ne pouvons pas en opérant sur le vivant appliquer l'os contre la plaque ; malgré nous, il en restera séparé de toute l'épaisseur des parties charnues : ce qui, la projection étant conique, augmentera considérablement les dimensions de l'os.

Il n'y aurait qu'un seul cas où l'image puisse être en tout point précise, c'est celui où il existerait une égalité parfaite entre les diamètres du corps à radiographier et du faisceau de rayons normaux ; autrement dit, il serait indispensable que les rayons délimitant les contours soient rigoureusement parallèles entre eux.

Dans la pratique, ces conditions ne sont nullement réalisées. Hennequin l'a très judicieusement

démontré à la Société de chirurgie. « Voyons ce que nous révélera un graphique construit d'après les lois de l'optique, qui représentera d'autant plus exactement la marche des rayons que ceux-ci ne subis-



F, F', F'', foyer lumineux — SS' plaque sensible — C, D, extrémités des fragments. FP distance du foyer lumineux à la plaque sensible 80 millimètres ; F', P' 80 millimètres ; F'', P' 63 millimètres. Distance de C, D = 41 millimètres ; de A, B = 61 millimètres, de A'B' = 69 millimètres ; de A'', B'' = 74 millimètres.

sent ni réfraction, ni réflexion. Soit une fracture modérément oblique d'un levier osseux, avec un léger chevauchement, entraînant un raccourcissement du membre. Les extrémités CD des fragments

sont distantes l'une de l'autre de 41 millimètres sur le graphique. Un premier foyer lumineux F est placé à 80 millimètres de la plaque sensible et perpendiculairement au foyer de la fracture du foyer F, nous tirons deux lignes, F A et F B, rasant les extrémités des fragments dont ils vont produire les images en A et en B sur la plaque sensible. Tous les autres rayons intermédiaires à F A et F B seront arrêtés par la substance compacte de l'os, excepté ceux qui pourront filtrer entre les fragments. Or, si nous mesurons maintenant la distance, qui sépare sur le cliché les images des extrémités C et D, nous la trouverons égale à 61 millimètres. L'image dépasse donc de 20 millimètres la longueur de l'objet, c'est-à-dire de un tiers. Je ferai remarquer que, ne sachant qu'approximativement où est le centre du foyer de la fracture, c'est un heureux hasard que de placer le foyer lumineux perpendiculairement à ce centre, comme va le prouver la construction suivante.

Plaçons le foyer lumineux en F' à droite du centre du foyer de la fracture et à la même distance de la plaque sensible, c'est-à-dire 80 millimètres. Faisons la même construction que précédemment ; nous aurons les rayons F'A' et F'B' qui impressionneront la plaque sensible en A' et en B', en donnant les images des extrémités osseuses. Or l'espace compris entre A' et B' est égal sur le cliché à 69 millimètres, 8 millimètres de plus que dans la première expérience.

Maintenant, rapprochons le foyer lumineux de la plaque sensible en F'', distant de 63 millimètres au lieu de 80 et ne correspondant pas exactement au centre du foyer de la fracture. En faisant une construction semblable, nous trouverons l'empreinte des extrémités osseuses en A'' et B'' sur le cliché, distantes l'une de l'autre de 74 millimètres. »

Il est donc bien évident que, quelle que soit la position du foyer, l'ombre est amplifiée.

Donc, par ce fait que les parties charnues opposeront constamment un obstacle irréductible à l'application immédiate du corps à radiographier contre la plaque sensible, par ce fait que la projection sera toujours conique, par ce fait enfin que nous ne saurions placer avec certitude le focus sur la perpendiculaire abaissée sur la plaque par le centre de la lésion, les *principes fondamentaux* de la technique de Contremoulins se trouvent détruits, au moins dans ce qu'ils ont d'absolu. Non, la déformation, due aux rayons obliques, *ne sera pas nulle*, la position des os donnée par l'image projetée *n'aura pas une valeur exacte*, et il ne suffira pas plus de prendre deux radiographies à 90 degrés pour « avoir un renseignement *complet et sans déformation* », qu'il suffira de placer le tube à 50 centimètres de la plaque « *pour éviter l'agrandissement* ».

Bien plus, les rayons Röntgen, tirant leur source de l'électricité, « modifient à chaque intermittence leur intensité, leur étendue et, dans une faible mesure,

leur direction ». (1) Il en résulte « une pénombre plus ou moins accusée qui entoure les images représentées sur les clichés et les photographies » (2).

Mais ce n'est pas tout. A côté des rayons X, émis directement par le foyer de l'ampoule, il en existe d'autres susceptibles d'exciter la fluorescence de l'écran : ce sont les *rayons parasites*. Ils peuvent naître dans l'ampoule même, de sa paroi de verre (Villard) et des corps frappés par les rayons X. « Ils produisent l'effet de sources lumineuses multiples, de sorte qu'au lieu d'obtenir sur l'écran une image nette de l'objet correspondant à un seul cône d'ombre on a une série de cônes d'ombres provenant de points lumineux multiples. Par suite l'ombre de l'objet s'entoure d'une zone de pénombre, les contours sont moins tranchés et plus difficiles à délimiter » (3). Il semblerait d'après l'expérience de la règle de Ménard que leur action est d'autant plus manifeste que le corps à radiographier est plus éloigné de la plaque, plus rapproché de l'ampoule et que les rayons sont plus obliques.

Il est vrai que Villard a essayé de corriger cet inconvénient par une disposition particulière de l'anticathode et Bécclère à l'aide d'un diaphragme en plomb, le *diaphragme iris*, qui, appliqué sur le corps à examiner, en regard du tube, a pour but

1. Hennequin. *Bull. de Soc. de chirurgie*, 21 février 1900.

2. *Idem*.

3. Achard. *Nouveaux procédés d'exploration*, p. 12.

de limiter le nombre des rayons qui pénètrent à travers ce corps et d'arrêter ainsi la plupart des rayons parasites.

Certes, ces procédés sont excellents, mais s'ils suppriment tous les rayons parasites qui émanent de l'ampoule, ils ne sauraient avoir aucune action sur ceux qui naissent du corps à radiographier. De sorte que nous atténuerons bien l'intensité de la pénombre, mais nous ne l'éviterons pas.

En définitive, malgré tous nos efforts, les images radiographiques comportent trois éléments d'erreurs : la déformation, l'amplification et le flou de leurs contours.

Toutefois, nous devons reconnaître qu'avec la méthode de Contremoulins ils seront atténués dans la plus large mesure. Si elle ne donne pas un document ayant une *valeur absolue*, elle apportera au moins une épreuve ayant la plus grande *valeur relative* possible, mais qu'il faudra quand même interpréter.

III

Radiographie du cal

Tout ce que nous venons de dire sur la roentgenisation des fragments s'applique à la radiographie du cal. Ce dernier, revêtant en général des proportions trop considérables pour être délimité par les rayons normaux seuls, se reproduit dans une projection conique dont la base coïncide avec la plaque sensible. Son image s'en trouve d'autant plus agrandie que cette plaque est plus éloignée de lui ou que les rayons sont plus obliques.

Nous n'ignorons pas que Contremoulins fait valoir que l'amplification porte également sur les parties des os non fracturées et que dès lors les proportions sont gardées. Ce à quoi Lucas-Championnière répond très justement que « cette affirmation est sujette à discussion, mais que, même si on l'accepte pour exacte, il est facile de comprendre que l'œil est beaucoup plus frappé par l'amplification de la partie déformée. Il suffit pour s'en rendre compte d'examiner plusieurs épreuves du même cal prises en rapprochant de plus en plus le foyer lumineux du membre à radiographier ».

Et en supposant que nous n'ayons pas le bonheur de placer le foyer sur la perpendiculaire élevée par le centre de la fracture, nous imprimons une image qui n'est plus seulement exagérée mais encore déformée.

En effet, une sphère, recevant exactement sur son centre l'axe d'un faisceau normal de rayons Röntgen, se projette sous forme d'ombre arrondie, régulière, qui devient très manifestement ovale sous des rayons



Fig. 5

obliques correspondant à un déplacement de l'ampoule, même minime. De sorte que, ne disposant d'aucun moyen pour fixer sûrement le foyer sur la dite perpendiculaire, la réparation osseuse la plus simple, la plus naturelle, revêt des aspects compliqués et si bizarres qu'il devient impossible de se la représenter exactement. Chacun, l'interprétant à sa manière, s'en fera une conception différente et quelquefois très opposée ; d'où la naissance d'erreurs souvent grossières.

De plus, deux clichés impressionnés sous des incidences respectivement perpendiculaires peuvent se contredire à un tel point qu'on ne sache plus auquel se fier. Ainsi, dans la fracture que nous reproduisons ci-contre par des dessins très fidèles, c'est à peine si la radiographie antéro-postérieure indique la présence de deux petits cals développés l'un sur le tibia, l'autre sur le péroné et très manifestement séparés par un espace d'au moins 3 millimètres, alors que, vus latéralement, ils sont fondus en une seule masse uniforme, qui paraît cercler les deux os sur une longueur de 5 centimètres. D'un côté on jurerait un cal exubérant et unique, de l'autre deux viroles minuscules et indépendantes.

Lucas-Championnière va plus loin : il prétend, à tort, selon nous, que « quel que soit le nombre des épreuves prises dans la même position aucune ne se ressemble ». S'il en a observé des exemples, nous sommes convaincu que le tube, le membre ou la

plaque sensible ont subi un déplacement, léger peut-être mais certain.

Il ne faudrait pas croire que ce sont là les seules

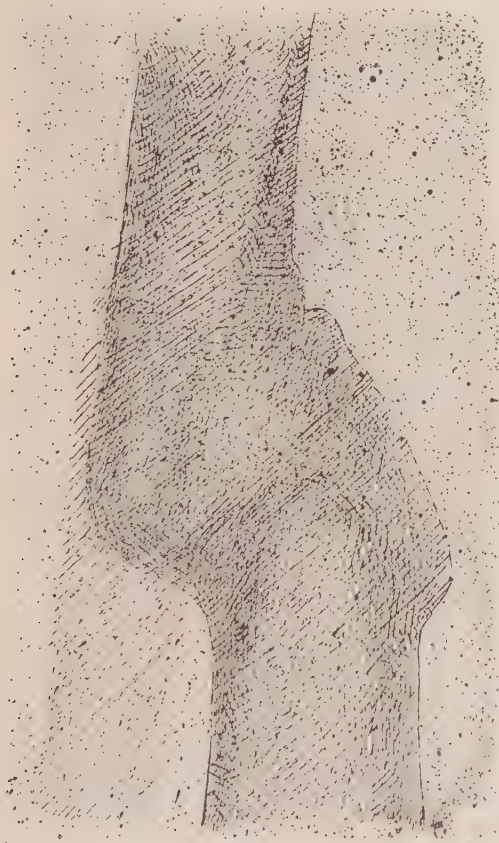


Fig. 6

erreurs qui puissent naître de la radiographie des cals. Il en est de bien plus graves.

En effet pour arriver à leur perfection, les cals passent par une série d'états successifs, qui entraînent

des variations d'opacité et par conséquent de perméabilité aux rayons X. Après une période de résorption, suivie de prolifération, il se forme, entre les extrémités des fragments, un tissu « constitué en partie par de la substance ostéoïde, mais surtout par un cartilage d'abord embryonnaire, puis hyalin ». Alors seulement apparaissent les premières traînées d'ossification.

Partout où existe du tissu ostéoïde, les travées calcaires deviennent plus larges et plus nombreuses et se tapissent de substance osseuse, sous l'activité propre de leurs ostéoblastes.

Quant au tissu cartilagineux, il s'ossifie comme à l'état physiologique. Après avoir été pénétré par des bourgeons vasculaires qui se sont unis les uns aux autres, il se forme des dépôts osseux autour de ses cellules. Ainsi se trouve constitué vers le quarantième jour « le cal osseux, provisoire, poreux, vasculaire ».

Ce dernier sera remanié à son tour par un double travail tout à la fois d'ostéite raréfiante et d'ostéite condensante. Une grande partie sera résorbée, le reste transformé en substance compacte ; et le cal définitif sera achevé.

Ce ne sont pas les cellules, ni les fibres conjonctives du cartilage ni sa substance fondamentale amorphe, hyaline, transparente comme le verre, qui opposeront aux rayons Röntgen une résistance

appréciable, pas plus d'ailleurs que la substance ostéoïde, bien que sa composition soit la même que celle du tissu osseux jeune. Il faut que des sels minéraux s'y soient infiltrés en lamelles plus nombreuses et plus opaques. Ce processus commencé vers le vingtième jour ne sera guère terminé qu'au cinquantième. De sorte que, dans la première quinzaine, nous aurons beau radiographier sous les incidences les plus variées, nous ne décelerons jamais les traces de l'organisation d'un cal. Elles ne deviennent apparentes qu'avec les phénomènes de calcification.

C'est du moins ce qui se passe habituellement ; car ces règles sont si peu fixes qu'en Belgique, à l'Académie royale de médecine, Deneffe, présentant des épreuves de Hertoghe, faisait observer « qu'en vertu de la faible résistance opposée aux rayons X par le cal osseux, la fracture apparaît, après guérison et consolidation parfaite, telle qu'elle était le jour de l'accident. Il est donc possible, grâce à la découverte de Rœntgen, de reconstituer après plusieurs semaines et même plusieurs mois l'image de la lésion au moment du traumatisme ; ce qui est un fait capital au point de vue médico-légal ».

Mais nous ajouterons que ce fait est beaucoup moins heureux dans d'autres circonstances où les épreuves, indiquant une solution de continuité persistante, peuvent faire croire à une pseudarthrose, alors qu'en réalité le membre parfaitement consolidé donne un excellent résultat fonctionnel. Un cas frappant en est cité par Destot :

« Il s'agit d'un jeune soldat qui se fit une fracture au régiment. On l'envoya en convalescence, mais son frère, qui était médecin, eut l'idée de le faire radiographier et envoya une épreuve au chirurgien-major qui l'avait soigné. La radiographie montrait un chevauchement de 2 centimètres du tibia et une fracture si peu consolidée qu'on l'eût dite faite de la vieille ; aussi le congé de convalescence fut-il immédiatement doublé, cependant que le jeune soldat courrait le chevreuil allègre et bien dispos. »

Destot prétend que le major ignorait la transparence du cal ; mais quand même l'eût-il su, il ne pouvait pas, à distance, affirmer ou nier la consolidation, parce qu'enfin ce blessé, atteint d'une cassure de jambe, n'a pas dû obtenir un congé de convalescence sans subir au préalable, à l'hôpital militaire, un traitement d'au-moins quarante jours. Si la calcification avait suivi son processus normal, elle aurait eu le temps de se faire et se serait traduite sur l'image radiographique par une teinte foncée très appréciable. Comme l'épreuve restait absolument muette, il est très logique que le chirurgien ait pensé à une pseudarthrose, de cause inconnue mais possible.

Si, ne considérant que la roentgénisation seule, on allait déclarer guérie une fracture n'ayant que peu ou pas accusé l'ombre d'un cal, on pourrait encourir les plus graves mécomptes. Descoust a soigné un homme qui, après soixante-cinq jours de traitement dans un appareil plâtré, était dans l'impossibilité de se servir de sa jambe à cause d'un défaut de consolidation. Il aurait dû, d'après la remarque de Destot, conclure

à la solidité du membre, alors qu'il suffisait de le soulever par le talon pour le replier comme un bas de caoutchouc.

Ces exemples prouvent combien il y a peu de certitude à se prononcer sur la guérison d'une cassure d'après les clichés radiographiques seuls. S'ils peuvent nous renseigner sur les positions respectives des fragments, ils ne sauraient le faire sur la résistance du cal. Les signes cliniques sur ce sujet offrent bien plus de sécurité ; ils indiquent la déviation de l'axe du membre, son raccourcissement, son degré d'atrophie et de puissance fonctionnelle.

Par conséquent, la transparence, venant se joindre à la déformation et l'amplification, nous amènera à conclure que, faute d'une juste interprétation et surtout d'une bonne clinique, nous pourrions commettre des erreurs nombreuses.

IV

Indications techniques

Si le radiographe veut faire œuvre utile, il ne doit pas oublier que les épreuves radiographiques sont toujours susceptibles de donner des erreurs. C'est d'une part l'invisibilité de certaines fractures, de l'autre l'amplification, la déformation des fragments leur écart exagéré ou diminué. Il doit donc s'efforcer de supprimer ces causes d'erreur ou tout au moins de les atténuer le plus possible. Pour ce, il est absolument indispensable qu'il opère « d'après des règles précises qui ne souffrent aucune exception » (1).

Le chirurgien fait d'abord subir au blessé un premier examen, l'examen clinique. « Il peut déjà indiquer à quel niveau se trouve la fracture et doit limiter, par deux traits inscrits sur les téguments, la région qu'il désire faire radiographier. Cette indication clinique est des plus précieuses pour le radiographe ; ne lui permet-elle pas en effet de prévoir que le trait de fracture se trouve placé à égale dis-

1. Ménard. *Revue d'orthopédie*.

tance des deux marques faites par le chirurgien ? Aussi le radiographe doit-il à chacun des traits inscrits sur les téguments placer un fil de fer qu'il retrouvera sur sa radiographie, et cela lui permettra de reconnaître si le rayon normal est bien passé exactement par le trait de fracture. » (1).

Puis « la plaque photographique étant placée sur un plan horizontal, le rayon normal perpendiculaire à la plaque, le membre à examiner doit être placé, autant que faire se peut, sur un plan parallèle à la plaque, le rayon normal passant exactement par le trait de fracture ». (2) Les points de repère servant à déterminer la position du membre resteront toujours invariables pour la même région.

« La radiographie nous donne seulement une projection plane, c'est-à-dire que, s'il y a chevauchement des fragments osseux, la radiographie nous le laissera peut-être soupçonner, mais ne le rendra pas évident ; aucun relief ne pourra être entrevu, surtout si on est peu familiarisé avec l'interprétation radiologique. D'où la nécessité dans les fractures de faire deux radiographies : l'une de face, l'autre de profil, pour nous servir de l'expression courante » (3).

Cette façon de procéder a l'avantage de ne laisser ignorer aucune cassure avec déplacement, de réduire au minimum l'amplification et la déformation, mais

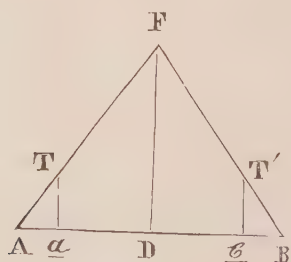
1. Ménard. *Revue d'orthopédie*.

2. *Idem*.

3. *Idem*.

sans les supprimer. Si on parvient à placer très approximativement le foyer lumineux sur la perpendiculaire à la plaque sensible et au centre de la fracture, on ne saurait éviter l'intervalle qui sépare l'os de la plaque. S'il pouvait être mesuré, il suffirait de connaître en plus la distance de l'ampoule pour résoudre le problème géométriquement.

« Supposons que, sur la radiographie, les extrémités des deux fragments qui chevauchent soient distantes de $\frac{1}{4}$ centimètres : nous savons ce chiffre exagéré. Pour arriver à déterminer sa valeur réelle, connaissant les distances : 1° du foyer lumineux à la plaque sensible : 2° les points tangents des rayons aux extrémités des fragments, nous construisons un triangle ayant pour base AB, l'espace compris entre les extrémités des fragments sur la radiographie, c'est-à-dire $\frac{1}{4}$ centimètres, et pour côtés les rayons FA et FB, partant du foyer lumineux F,



éloigné de AB d'une distance égale à FD et tangents en T et T' aux extrémités des fragments. Comme nous sommes sensé connaître les distances comprises entre T et T' et la base du triangle, nous abaissons

de ces points tangents deux perpendiculaires, qui rencontrent la base en a et b , points sur lesquels seraient venues se fixer les extrémités des fragments sur la plaque sensible, si les rayons du foyer lumineux avaient été parallèles ; mais, comme ils étaient divergents, c'est en A et en B qu'ils ont laissé leurs empreintes sur le cliché. La ligne $ab < AB$ de $Aa + bB$ représente la distance réelle comprise entre les extrémités des fragments.

« La difficulté, sinon l'impossibilité de mesurer exactement la distance des extrémités des fragments cachés dans les tissus à la plaque sensible diminue beaucoup la valeur de cette construction géométrique et des conclusions qu'on pourrait en tirer. » (1).

Nous savons bien que Ménard a essayé de tourner la difficulté en représentant les rayons les plus divergents avec deux fils de soie et en mesurant l'intervalle qui les sépare au moment où ils croisent l'os fracturé. Ce procédé permet de corriger l'image radiographique, mais ne saurait donner un résultat rigoureusement exact, car on n'est jamais sûr de mesurer à l'endroit précis où le fil croise l'axe de l'os. Il serait peut-être plus simple de prendre la distance qui sépare les deux fils de fer sur le membre et de la porter sur l'épreuve radiographique.

« Dans les fractures sans déplacement, sous-périostées, l'examen clinique peut quelquefois se trouver impuissant à limiter aussi exactement le trait de

1. Hennequin. *Bull. de Soc. de chirurgie*, 21 février 1900.

fracture. C'est au radiographe de faire attention, d'autant que certaines de ces fractures peuvent lui échapper s'il ne pousse pas suffisamment le développement de ses clichés.

« Lorsque le clinicien suppose une fracture, le radiographe doit appliquer les mêmes règles que pour les fractures avec déplacement et pousser le développement de ses clichés jusqu'au moment où il aura obtenu la texture de l'os qu'il examine. La moindre fêlure, en effet, sera visible s'il a soin de faire un examen radiographique complet : face antérieure, face postérieure, profil interne, profil externe » ; car « n'oublions pas de signaler que les parties les plus apparentes, les plus nettes sur le cliché radiographique sont celles qui sont les plus rapprochées de la plaque. »

« Ainsi donc l'examen radiographique des fractures exige une technique des plus rigoureuses, si l'on veut éviter des erreurs, et de plus le radiographe, pour être sûr de son diagnostic, doit obtenir sur toutes les radiographies la texture de l'os examiné, ce maximum de détails seul lui permettant d'affirmer si oui ou non il y a fracture.

L'interprétation de la radiographie exige également une part d'attention, en ce sens qu'il ne faut pas oublier que le sujet se trouve placé en avant de nous et que nous le voyons par la face ou le profil qui reposait sur la plaque photographique » (1).

1. Ménard. *Revue d'orthopédie*.

En somme, pour donner aux radiographies des fractures la plus grande exactitude possible, il est nécessaire :

1° D'appliquer, autant qu'on le pourra, l'os contre la plaque sensible, parallèlement à elle et constamment dans la position invariable déterminée une fois pour toutes ;

2° De placer le foyer lumineux sur la perpendiculaire abaissée sur la plaque par le centre de fracture et à la plus grande distance, mais toujours la même, compatible avec la netteté de l'image ;

3° De prendre quatre clichés ou tout au moins deux et de pousser leur développement jusqu'à la trabéculatation osseuse ;

4° D'annoter au bas de la radiographie les distances qui séparent les deux fils de fer et sur le membre et sur l'image.

Si cette technique n'a pu être employée, il est absolument indispensable, pour que l'interprétation puisse être possible, que le radiographe indique avec précision dans quelles conditions il a opéré.

De cette façon il donnera au chirurgien un document non pas rigoureusement exact, mais suffisant pour rendre de grands services au double point de vue du traitement et du diagnostic. Cependant, malgré cette précieuse découverte, ne négligeons pas les signes cliniques, qui sont des agents très précieux de correction. « Et puis, on n'a pas toujours sous la main et un radiographe et son appareil dont

la mise en marche exige une installation particulière et une source d'électricité. » (1).

1. Hennequin. *Bull. de Soc. de chirurgie*, 21 février 1900.

La Radiographie dans le Traitement des Fractures et en Médecine légale

Les erreurs radiographiques ne sauraient avoir qu'une importance secondaire sur le traitement des fractures. Que, pour une raison quelconque, une rupture osseuse demeure invisible, elle ne comportera pas de conséquences graves. En général, les fragments restent coaptés, il n'est pas besoin de réduction, et, comme ils sont suffisamment maintenus, il est inutile d'appliquer un appareil de contention ; de sorte que le patient, soigné presque toujours pour une contusion, n'aura pas à souffrir de préjudices.

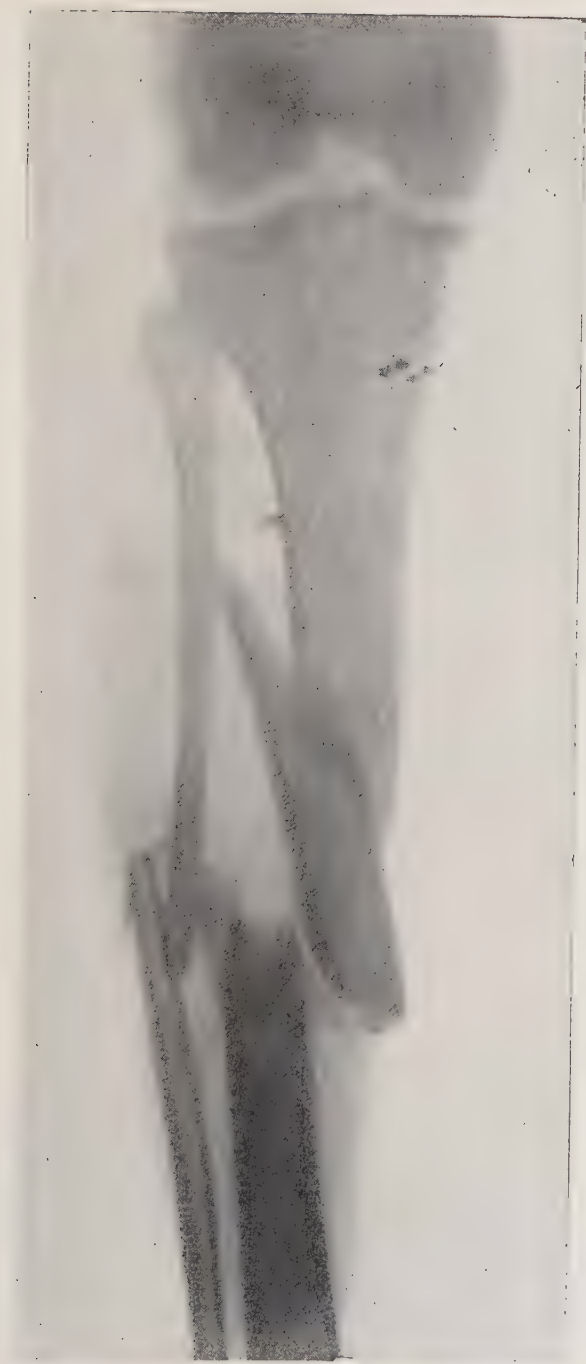
Il serait plus nuisible, après de longs jours d'immobilisation, de croire, sur la foi seule d'une épreuve négative, que le cal n'est pas formé et que la cassure, pas encore consolidée, nécessite une nouvelle immobilisation ; ce serait aller sûrement au-devant d'une ankylose et d'une atrophie musculaire souvent suffisantes pour compromettre le bon fonctionnement du membre.

Il se pourrait en outre que le diagnostic fût porté

vers une pseudarthrose par interposition d'une lame musculaire et alors ce serait une intervention sanglante avec tous ses aléas.

Moins dangereuses sont les déformations et amplifications ; elles ne modifieront pas le traitement à moins d'exagérations considérables, irréductibles par manœuvres externes, et par conséquent susceptibles de faire craindre une infirmité permanente. Le chirurgien, trompé, pratiquera la suture osseuse, ce qui plaira à Tuffier, mais il fera courir à une fracture simple tous les ennuis d'une fracture compliquée. Ce cas heureusement est exceptionnel : tout au plus dans la pratique courante est-on tenté d'assombrir un peu le pronostic.

Ces erreurs, insignifiantes en thérapeutique, revêtent une gravité de tout premier ordre dans les expertises médico-légales. Il va de soi qu'une lésion osseuse, plus longue à guérir qu'une simple contusion, exigera un temps de repos proportionnellement plus prolongé. Les médecins des compagnies d'assurances et les médecins militaires, à qui il incombe le plus fréquemment le soin de le fixer d'une façon équitable, se heurtent à de très grandes difficultés. Si les premiers, trop confiants dans la radiographie, méconnaissent une cassure, ils porteront préjudice au blessé qui, pas encore guéri, se verra refuser son indemnité ; si, au contraire, malgré une épreuve négative, ils la supposent probable, ils auront à déjouer les allégations et simulations de gens qui, se complaisant dans une douce oisiveté,



Face postérieure. Rayons normaux (D'après une radiographie de Radiguet).

Planche V

désireraient prolonger leur convalescence le plus longtemps possible.

Les seconds auront à trier les soldats incapables de faire leur service de ceux qui n'ont d'autre but que de *tirer aux flancs*. Et ceux qui ont pu étudier leurs subterfuges souvent très ingénieux comprendront combien cette tâche est parfois délicate. Ne vous représentez-vous pas un malheureux, portant au tibia une lésion traumatique demeurée invisible, qu'on obligera à marcher sous peine d'emprisonnement pour mauvaise volonté ou refus d'obéissance ?

Identiques sont les conséquences des erreurs radiographiques des cals. C'est ainsi que, grâce à leur transparence, le militaire dont parle Destot eut son congé de convalescence doublé. Ici l'erreur fut heureuse : agréable au patient et nuisible à personne. Toute autre aurait été sa portée si, au lieu d'un soldat, c'eût été un ouvrier blessé dans son travail. Le patron ou la compagnie d'assurance auraient été injustement contraints de continuer le paiement d'une indemnité. Et combien d'individus peu scrupuleux, avertis par le radiographe, auraient exploité cette aubaine pour obtenir une pension. N'en voit-on pas chaque jour des exemples se multiplier devant les tribunaux !

Quant à l'amplification et la déformation des objets, elles empêchent de se représenter exactement l'état d'une cassure. Quelquefois un membre paraît allongé sur une radiographie, alors qu'en réalité il sera raccourci.

Hennequin n'a-t-il pas mesuré, à plus de dix reprises, la jambe d'un étudiant chinois de vingt-cinq ans, Lyacekon, Cekon, qui, en glissant sur le bord d'un trottoir, s'était rompu le fémur dans son tiers moyen. Constattement il retrouva au mètre-ruban un raccourcissement réel de 2 centimètres et un allongement radiographique de 3 centimètres. L'écart des deux données était considérable et cependant le blessé entra le 4 décembre 1903 dans le service du Dr Bazy en sortait le 18 janvier suivant, guéri et sans claudication.

Beaucoup d'autres exemples analogues pourraient venir corroborer ces faits. Monod a communiqué l'image d'une fracture de cuisse qui fut traitée à l'aide de l'appareil de Hennequin. Bien que le résultat fonctionnel soit parfait avec un raccourcissement de 2 centimètres à peine, il existe sur la radiographie un chevauchement considérable des deux fragments.

Une observation de Demoulin est encore plus concluante :

« Il s'agit d'une fracture du fémur gauche, siégeant un peu au-dessous de sa partie moyenne, de cause directe, chez un homme de quarante-deux ans, fracture qui a été traitée par l'extension continue, appliquée selon la méthode de M. Hennequin et par lui-même.

Sur une première radiographie, faite de face et dans laquelle il n'est pas possible de distinguer l'os nouveau, le cal, des extrémités de l'os fracturé, le chevauchement des fragments suivant la longueur atteint 5 centimètres.

Sur une deuxième radiographie représentant le profil externe de la cuisse, il est possible de distinguer l'os nouveau, d'origine périostique, qui réunit les deux fragments, mais ces derniers chevauchent encore sur une hauteur de 2 centimètres.

Or, si vous voulez bien mesurer les deux cuisses du blessé

que j'ai l'honneur de vous présenter, vous verrez qu'elles ont exactement la même longueur et je m'empresse de dire que la cuisse droite, terme de comparaison n'a pas été fracturée ni malade avant que la cuisse gauche fût brisée.

Comme la lecture de la radiographie, présentée par Monod, lecture faite par le professeur Kirmisson, avait permis de reconnaître les extrémités fracturées au milieu du cal et de dire que le raccourcissement, accusé par l'image radiographique, était à peu près le même que celui constaté à la menstruation du fémur; je reprends à mon compte la proposition de M. Monod, à savoir que là où les radiographies montrent souvent un raccourcissement, la mensuration du membre permet de dire qu'un raccourcissement n'existe pas.

« La présentation du blessé et des radiographies me semblent établir ce fait d'une façon indéniable. »

On voit donc avec quelle circonspection on doit accueillir les déclarations de certains « *accidentés* » qui, à la suite d'une fracture traitée aussi parfaitement que possible, prétendent marcher très mal et appuient leur affirmation sur une radiographie montrant un chevauchement plus ou moins notable des deux fragments.

La conséquence immédiate de ces erreurs est l'impossibilité de porter un pronostic sûr. Malgré Destot, il n'y a aucun rapport, en effet, entre la gravité apparente de la lésion et les résultats consécutifs. Telle fracture qui semblera bénigne entraînera des troubles fonctionnels, telle autre qui paraîtra grave n'en provoquera aucun.

« Voici, dit Nélaton, des radiographies représentant une fracture du rachis avec luxation de la deuxième vertèbre cervicale. On peut constater que le corps de la deuxième vertèbre

fracturée s'est déplacé en avant, tandis que l'arc formé par les lames vertébrales et l'apophyse épineuse s'est porté en arrière.

« J'aurais cru une pareille lésion incompatible avec la vie ou tout au moins j'aurais pensé qu'elle donnerait naissance à des troubles fonctionnels graves. Or, il n'en fut rien ; c'est pour-quoi, avec ces radiographies, je vous raconte en quelques mots l'histoire de cette malade qui m'a beaucoup étonné.

« Il s'agit d'une femme de 73 ans, très alerte et parfaitement bien portante ; elle n'avait jamais ressenti ni douleur, ni gêne du côté du cou et les articulations de la colonne vertébrale avec la tête n'étaient en aucune façon touchées par l'arthrite rhumatismale.

« Cette femme, en descendant son escalier, tomba à la renverse, et la face postérieure de son crâne vint heurter une marche.

« Elle éprouva une vive douleur et poussa des cris jusqu'à ce qu'on vint la relever. Elle ne perdit donc point connaissance. Avec l'aide de deux personnes, elle se releva et marcha jusqu'à sa chambre. On fit venir un médecin, le Dr Hérard, qui la trouva assise dans un fauteuil ; elle lui expliqua son accident et le Dr Hérard, constatant une douleur assez vive à la pression au niveau de la nuque et un léger empâtement, fit appliquer sur la région des compresses d'eau boriquée tiède.

« Le lendemain, l'état était le même et, comme la malade, très nerveuse, très impatiente, se plaignait beaucoup, on me fit venir. Avec le Dr Hérard, je l'examinai. Les symptômes étaient ceux-ci : projection de la tête en avant et raideur du cou ; la malade ne tournait pas volontiers la tête à droite ou à gauche, mais pouvait le faire dans une petite limite ; gonflement léger de la partie postérieure du cou et douleur assez vive à la pression.

« C'était tout ; aucune gêne des mouvements des membres, aucune gêne de la déglutition.

« Je diagnostiquai, comme mon confrère, une contusion de la nuque, peut-être un arrachement d'une apophyse épineuse ; en tout cas, je pensai qu'il ne pouvait exister une lésion grave et,

comme lui, je prescrivis l'application de compresses humides et tièdes.

« L'état du gonflement léger de la nuque et les phénomènes douloureux persistèrent pendant trois semaines environ, la malade déclarant avoir des nuits fort douloureuses et fort pénibles ; cependant, à la fin de la première semaine, la malade se levait, se promenait dans sa chambre et prenait, assise devant sa table, de petits repas.

« Comme elle est en temps ordinaire très nerveuse, comme elle se plaint facilement, je dois dire qu'en voyant son état général et en constatant la petite déformation de la nuque nous ne fûmes jamais inquiets.

« Ce fut vers la fin de cette troisième semaine que, la malade se plaignant toujours, nous désirâmes la rassurer sur son état en lui montrant la fracture de l'apophyse épineuse que nous avions diagnostiquée (fracture qui, dans notre esprit, expliquait la douleur légère existante).

« La malade fut donc adressée à Bécclère et ce n'est pas sans surprise que nous constatâmes les lésions que vous pouvez voir. Je les ai trouvées tellement peu en rapport avec les symptômes observés que j'ai cru devoir vous soumettre cette observation comme une curiosité.

« J'ajoute que la malade, aujourd'hui complètement guérie, va, vient et va prochainement partir pour Cannes. Elle accuse encore quelques douleurs dans le cou, mais ces douleurs sont légères.

« La malade a la tête projetée en avant ; elle l'abaisse et la redresse sans douleur ; mais les mouvements de latéralité sont très diminués ; l'accident remonte à trois mois. »

Descoust a soigné de son côté un blessé dont l'observation est très suggestive :

M. X..., âgé de trente et un ans, présentait des traces d'albumine depuis longtemps. En août 1905, il fut lancé dans une chute d'automobile par-dessus un mur contre la crête duquel il vint heurter la partie médiane de son tibia. Il fut transporté

à l'hôpital de Cahors où on diagnostiqua une fracture ; la réduction fut faite aussitôt et on lui appliqua un appareil plâtré qu'il garda quarante jours.

A la sortie du plâtre, on constata que la consolidation ne

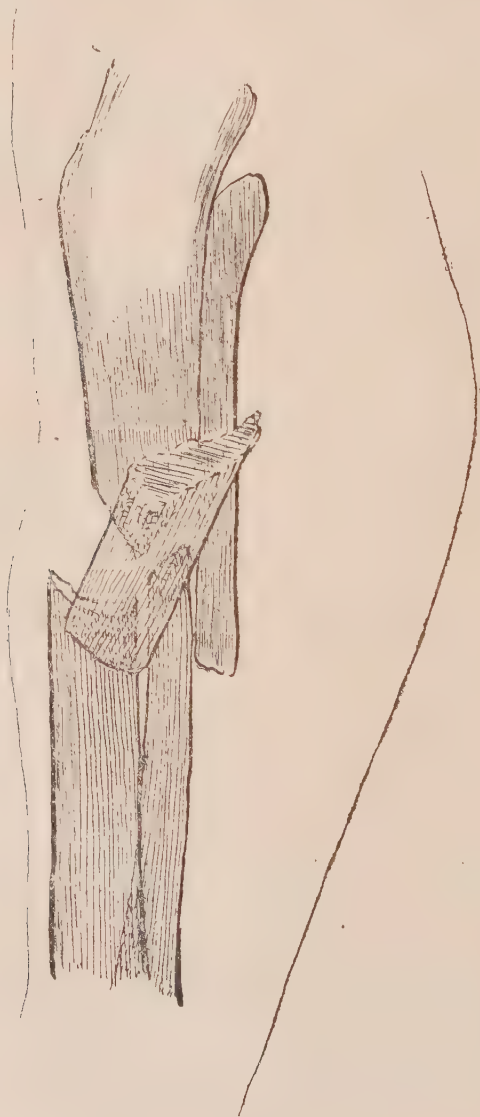


Fig. 7

Fracture vue latéralement.

s'était pas effectuée et que des mouvements anormaux très étendus persistaient dans tout le segment inférieur du membre.

On le mit dans un second appareil plâtré pendant vingt-cinq jours, puis il sortit de l'hôpital encore dans l'impossibilité de se servir de sa jambe à cause d'un défaut de consolidation.

Deux excellentes radiographies furent faites par M. Radiguet, l'ampoule se trouvant à 30 centimètres de la fracture et les rayons tombant perpendiculairement à son centre.

La première prise latéralement montra une fracture unique du péroné avec un chevauchement de 3 centimètres et une fracture double du tibia avec un fragment intermédiaire placé obliquement entre les deux autres et dépassant leur extrémité de 3 centimètres en bas et de 6 centimètres en haut : pas trace de cal.

Le blessé garda le lit, se fit régulièrement masser, prit du phosphate de chaux à haute dose et mangea à ses repas surtout une grande quantité de viande.

La deuxième radiographie fut alors prise dans le sens antéro-postérieur. On y retrouva absolument les mêmes déplacements avec en plus des ombres indiquant le commencement de l'organisation d'un cal.

En janvier, le patient tente de se servir de béquilles, en février il les remplace par une canne et en mars il marche sans aide et sans claudication marquée.

La mensuration du membre donne un raccourcissement inférieur à 2 centimètres.

Ce résultat fonctionnel parfait était, d'après Descoust, impossible à prévoir par la lecture de la radiographie.

Mais ce n'est pas tout. Une image radiographique mal interprétée est encore susceptible de nous induire en erreur, que nous soyons chirurgien compétent ou même radiographe. Un défaut de la plaque ou une ombre projetée fera diagnostiquer une lésion là où il n'y en a pas.

« J'ai vu, dit Lucas-Championnière, venir au cours de cette année un grand monsieur marchant parfaitement, mais portant une immense épreuve radiographique. Ce monsieur avait été traité par un chirurgien pour une contusion de la cuisse. Après guérison, il était allé chez un radiographe qui lui avait montré, sur une épreuve, qu'il était atteint d'une fracture de la cuisse *méconnue et restant non consolidée*.

« Un peu d'ombre sur le trajet de la partie supérieure de la diaphyse représentait le cal imparfait, et une teinte plus claire au-dessous représentait la partie non consolidée.

« J'eus beaucoup de peine à lui faire comprendre que l'ombre était due à la projection d'une portion de l'ischion et que le seul fait de la solidité de son membre permettait d'affirmer qu'il n'avait jamais eu ni fracture, ni surtout manque de consolidation.

« J'en vis un autre sortant d'une autre usine radiographique où il était allé faire radiographier son poignet. Il avait été traité par un de nos collègues, qui lui avait appliqué un appareil plâtré pour une fracture du radius et le lui avait fait garder pendant six semaines. Il se présentait avec une magnifique main de justice bien due à son appareil.

« Le radiographe avait découvert qu'il n'avait jamais eu de fracture du radius, mais une luxation de l'un des os du carpe qui expliquait l'enraidissement de sa main par défaut de réduction. Je justifiai de mon mieux notre collègue en montrant le trait de fracture parfaitement nuisible à la base de l'apophyse styloïde du radius. »

Ces nombreux exemples montrent combien, en radiographie, une interprétation bonne et sûre est complexe et délicate. Déjà très difficile avec une épreuve bien faite, elle devient impossible si l'opérateur a été assez peu scrupuleux pour se départir de sa probité professionnelle. Car « les clichés radiographiques servent à tirer des épreuves photographiques

qui, selon son bon plaisir, reproduiront, diminueront ou augmenteront les exagérations des premiers, en ramenant les images des ombres aux dimensions des objets qu'elles représentent, en atténuant l'étendue des déplacements et des difformités. De même un radiographe pourra faire sans retouche une épreuve qui corrigera plus ou moins les écarts des fragments en cherchant la position du membre dans laquelle la configuration, à peu près régulière de l'un, masquera le déplacement de l'autre situé derrière, de sorte que les radiographes pouvant à leur gré, lorsqu'ils ne livrent qu'une épreuve, exagérer ou dissimuler les déviations et les difformités du squelette, tiendront dans leurs mains la réputation des chirurgiens et les sentences des juges aussi longtemps que durera la croyance que la radiographie est l'image parfaite de l'objet.

« Sous l'empire de cette croyance généralement acceptée, l'image exagérée des conformations vicieuses ne sera pas sans exercer une influence sur l'esprit des juges chargés de fixer l'indemnité légitimement due aux blessés. Cette réparation pécuniaire sera accordée avec une libéralité d'autant plus grande que les troubles fonctionnels réels ou simulés seront plus plausibles par l'exagération de l'épreuve radiographique qui deviendra la providence des simulateurs. Déjà elle a été le point de départ d'une véritable exploitation. Un blessé peu scrupuleux se présentant devant le tribunal, soutenu par deux béquilles, s'il s'agit du membre inférieur, affirme

qu'il ne peut plus se servir de sa jambe, qu'il a été mal soigné, qu'estropié pour le reste de ses jours il est dans l'impossibilité de gagner désormais sa vie et de nourrir sa famille. Cette déclaration, habilement développée par un avocat brandissant la radiographie du traumatisme, obtient généralement un plein succès, qui se traduit par une indemnité exagérée. Aussitôt le jugement rendu, le blessé jette ses béquilles désormais inutiles. » (1).

En présence de l'existence d'erreurs si importantes attribuables à la radiographie ou à cette « acrobatie professionnelle » il est de toute nécessité d'établir une technique bien déterminée pour réduire au minimum les premières et supprimer à jamais les secondes. Une contre-expertise faite par un médecin radiographe s'impose, de façon que le juge puisse avoir entre les mains un document offrant les plus larges garanties possible.

Il ne devra pas oublier, comme le fait remarquer Loison, que « l'examen radiographique d'un blessé ne doit pas être confié au premier venu, mais qu'il doit être pratiqué scientifiquement et interprété de même ». Ayant constamment présent à l'esprit qu'il y a des erreurs incorrigibles dans les images radiographiques, il aura bien soin de réagir contre sa tendance bien naturelle à juger d'après cette image seule. Son devoir est de tenir un grand compte du rapport

1. Hennequin. *Bull. de Soc. de chirurgie*, 21 février 1900.

médical établi sur les données cliniques et radiographiques, qui auront été interprétées par un médecin radiographe compétent et corrigées l'une par l'autre.

De cette façon il aura mis de son côté le maximum de chances pour rendre sa sentence en toute loyauté et toute justice.

CONCLUSION

I. — Les radiographies renferment toujours des causes d'erreur :

- a) Certaines fractures restent invisibles ;
- b) Les objets, représentés par des images parfois floues, sont amplifiés ou déformés ;
- c) Quelques cals sont assez transparents pour n'être pas reproduits.

II. — Il est indispensable d'établir une technique rationnelle et invariable que tout le monde adoptera. Si on ne peut l'employer, annoter au bas de l'image les positions respectives de l'ampoule, de l'objet et de la plaque sensible.

III. — Nécessité d'une comparaison entre les données radiographiques et les données cliniques et d'une interprétation faite par un chirurgien compétent.

IV. — Une radiographie ne peut pas faire juger de la gravité d'une fracture. Elle peut être faussée à volonté et, même bien faite, elle contient des cau-

ses d'erreurs. Donc obligation pour les juges de tenir le plus grand compte des conclusions médicales établies par un médecin radiographe expert.

Vu : le Président de la thèse,
PAUL BERGER

Vu : le Doyen,
DEBOVE

Vu et permis d'imprimer :
Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris

LIARD

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- AUSSET. — *Presse médicale*, 24 avril 1897.
- BAZY. — *Bulletin de la Société de chirurgie*, 17 janvier 1900.
- BECK (C.). — The Röntgen rays in surgery (*Internat. med. Magazine*, mai 1897).
- BÉCLÈRE. — L'emploi du diaphragme-iris en radioscopie et son utilité pour la détermination du point d'incidence normale (*Archives d'électricité médicale*, 15 octobre 1900).
- BERGER. — *Bulletin de l'Académie de médecine*, 13 février 1900.
- BERGMANN. — *Presse médicale*, 19 février 1898.
- BONNAIRE. — *Presse médicale*, 11 juin 1898.
- BUXBAUM. — Valeur des rayons X en chirurgie (*Semaine médicale*, 28 avril 1897, p. 145).
- CHAPUT. — Fractures longitudinales de l'extrémité inférieure du tibia et fracture du péroné au-dessus de la malléole externe (*Soc. de chirurgie*, 25 juillet 1899).
- CHAPUT. — *Bulletin de la Société de chirurgie*, 21 mai 1902.
- CHIPAULT et LONDE. — *Presse médicale*, 10 février 1897.
- CONTREMOULINS. — *Presse médicale*, 28 avril 1900.
- DELORME. — *Presse médicale*, 22 février 1902.
- DEMOULIN. — *Bulletin de la Société de chirurgie*, 14 mars 1906.
- DENEFFE et HERTOEGHE. — *Acad. royale de méd. de Belgique*, 3 juin 1896, p. 222.
- DESTOT et BARJON. — *Presse médicale*, 27 mars 1897.
- DUCROQUET. — *Presse médicale*, 21 janvier 1898.
- FÉLIZET. — *Bulletin de l'Acad. de chirurgie*, 28 février 1900.
- FERNET. — Présentations d'images radiographiques (*Soc. méd. des hôpitaux de Paris*, 18 décembre 1896, p. 885).
- GALLOIS. — Fracture de l'extrémité inférieure du radius. Etude radiographique, physiologique et expérimentale (*Thèse de Lyon*, 1898-1899).
- HENNEQUIN. — *Bulletin de la Société de chirurgie*, 21 février 1900.
- HUMUZESCU et CHABAUD. — Relation entre le maximum de production des rayons X, le degré de vide et la forme

- des tubes (*C. r. Acad. des sciences*, 1896, t. 122, p. 995).
- JEANNE. — *Presse médicale*, 5 juin 1897.
- *Presse médicale*, 10 juin 1897.
- KEEN (W.). — The clinical application of the Röntgen rays in surgical diagnosis (*American Journal of the med. Science*, mars 1896).
- KIRMISSON. — *Bulletin de l'Acad. de chirurgie*, 28 février 1900.
- KUMMELL. — Valeur de l'emploi des rayons X en chirurgie. *XXVI^e congrès. Soc. allem. de chirurgie*, avril 1897. *Sem. médicale*, 28 avril 1897, p. 145.
- LACAILLE et RENON. — *Presse médicale*, 10 février 1897.
- LANNELONGUE. — *C. r. Acad. des sciences*, 1896, t. 122.
- LAURENT. — Application de la nouvelle photographie par le procédé de Röntgen à la médecine et à la chirurgie. (*Thèse de Paris*, novembre 1896).
- LEJARS. — *Presse médicale*, 5 juin 1897.
- LEVY-DORN. — Valeur de l'emploi des rayons de Röntgen en chirurgie (*XXVI^e Congrès. Soc. allem. de chirurgie*, avril 1897).
- LOISON. — *Bulletin de la Société de chirurgie*, 24 janvier 1900.
- *Bulletin de la Société de chirurgie*, 21 mars 1900.
- LODE (Albert) et MEIGE (Henri). — *Presse médicale*, 30 mars 1898.
- LUCAS-CHAMPIONNIÈRE. — *Presse médicale*, 30 décembre 1899, 9 mai 1900.
- *Société de chirurgie*, 27 décembre 1899, 28 mars 1900.
- *Bull. Acad. de Méd.*, 13 février 1900.
- MAREY. — *Bull. Acad. de Méd.*, 13 février 1900.
- MAUDRAS. — *Thèse de Montpellier*, 1896. Planche II.
- MAUNOURY. — *Bulletin de la Société de chirurgie*, 24 janvier 1900, 28 mars 1900.
- MÉNARD. — *Revue d'orthopédie*, juillet 1906.
- MIGNON. — *Presse médicale*, 12 mars 1898.
- MONOD. — *Presse médicale*, 28 février 1906.
- MORIZE. — *Presse médicale*, 12 février 1898.
- MORTON (W.-J.) et HAMMER (E.-W.). — The X rays or photography of the invisible, and its value in surgery (in-8°, 196 p. avec fig. Londres).
- NÉLATON. — *Bulletin de la Société de chirurgie*, 14 mars 1906.
- OBERST. — *Semaine médicale*, 27 avril 1897.
- OUDIN et BARTHÉLEMY. — *C. r. Acad. des sciences*, 21 janvier 1896.
- Application médico-chirurgicale de la photographie Röntgen (*Presse médicale*, 12 juin 1897).

- PÉRAIRE. — *Presse médicale*, 23 janvier 1897.
PÉRAIRE et MALLY. — *Presse médicale*, 11 juin 1898.
PÉRIER (Ch.). — Une photographie par les rayons X (*Acad. de méd.*, 24 mars 1896, p. 291).
POTHERAT. — *Presse médicale*, 12 juin 1897.
RECLUS. — *Bulletin de la Société de chirurgie*, 17 janvier 1900.
RÉGNIER (L.-R.). — Radioscopie, Radiographie, Radiothérapie.
REYNIER. — *Bulletin. Académie de chirurgie*, 28 février 1900.
RIEFFEL. — *Traité de chirurgie* par Le Dentu et Delbet, t. II, p. 25
ROBERT (Léonce). — Des rayons de Röntgen en médecine et en chirurgie (*Thèse de Paris*, juillet 1897).
SAGNAC (G.). — De l'optique des rayons de Röntgen et des rayons secondaires qui en dérivent (*Thèse de la Faculté des Sciences*, Paris, 1900).
SCHWARTZ. — Une application des rayons X à la chirurgie (*Presse médicale*, 15 avril 1896).
— *Bulletin de la Société de chirurgie*, 21 février 1900.
SEGOND. — *Presse médicale*, 5 mars 1898.
TÉLÉKY. — *Presse médicale*, 5 juin 1897.
THÉVENOT. — *Presse médicale*, 27 septembre 1899.
TUFFIER. — *Bulletin de la Société de chirurgie*, 13 décembre 1899.
TUFFIER. — *Presse médicale*, 20 décembre 1899.
VERCHÈRE. — *Presse médicale*, 29 mai 1897.
VINSONNEAU. — *Presse médicale*, 4 mars 1903.
WHITE (J.-W), GOODSPEED (A.) et LÉONARD (Ch.). — Cases illustrative of the practical application of the Röntgen rays in surgery (*American Journ. of the med. sciences*, août 1896).